

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Gerteis et al.

Art Unit: Unassigned

Continuation of Application No.: PCT/EP02/01773

Examiner: Unassigned

International Filing Date: February 20, 2002

For: INVERTIBLE FILTER CENTRIFUGE

CLAIM OF PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

In accordance with the provisions of 35 USC 119, Applicants claim the priority of the following application:

In Germany, Application No. DE 101 15 381.3, filed March 28,
2001.

A certified copy of the above-listed priority document is enclosed.

Respectfully submitted,



Pamela J. Ruschau, Reg. No. 34,242
LEYDIG, VOIT & MAYER, LTD.
Two Prudential Plaza, Suite 4900
180 North Stetson
Chicago, Illinois 60601-6780
Telephone: (312) 616-5600
Facsimile: (312) 616-5700

Date: September 26, 2003

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 15 381.3

Anmeldetag: 28. März 2001

Anmelder/Inhaber: Heinkel Aktiengesellschaft, Bietigheim-Bissingen/DE

Bezeichnung: StülpfILTERZENTRIFUGE

IPC: B 04 B 3/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 7. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Remus'.

Remus

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Anmelderin:
HEINKEL Aktiengesellschaft
Gottlob-Grotz-Str. 1
74321 Bietigheim-Bissingen.

S T Ü L P F I L T E R Z E N T R I F U G E

BESCHREIBUNG

Stülpfilterzentrifugen herkömmlicher Bauart, wie sie beispielsweise aus der DE 27 10 624 bekannt sind, umfassen eine in einem Trommelgehäuse drehbar gelagerte Schleudertrommel, eine mit einer geschlossenen Stirnseite der Trommel verbundene, die Trommel drehend antreibende Welle, einen die offene Stirnseite der Trommel dichtend verschließenden Deckel, eine Einfüllvorrichtung für zu filternde Suspension mit einem ins Innere der Trommel führenden Füllrohr und schließlich ein in die Trommel einlegbares Filtertuch, welches einerseits an der offenen Stirnseite der Trommel am Trommelrand anliegend befestigt und andererseits benachbart der geschlossenen Stirnwand der Filtertrommel mit einem Trommelboden verbunden ist. Beim Schleudervorgang wird zu filternde Suspension in das Innere der Trommel eingeführt, wobei das sich absetzende Filtrat durch das Filtertuch und die Trommelwand hindurchtritt und im Inneren der Trommel auf dem Filtertuch sich der Feststoffanteil der Suspension als ein Filterkuchen ablagert. Der Filterkuchen lässt sich einfach mechanisch aus der Trommel austragen, indem der Deckel geöffnet und der Trommelboden mitsamt dem daran befestigten Filtertuch in Richtung zur offenen Stirnseite der Trommel bewegt wird. Der Trommelboden wird soweit aus der Trommel herausgeschoben, dass letztendlich das Filtertuch insgesamt vollständig umgestülpt wird und durch die Umstülpbewegung der Filterkuchen nach außen getragen und abgesprengt wird.

Die herkömmliche Stülpfilterzentrifuge findet ihre Grenzen da, wo das Filtertuch angreifende Suspensionen zu filtern sind, weil das Filtertuch nur in bestimmten Grenzen beständig ist.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Außerdem muss das die Trommel umschließende Gehäuse so groß gebaut werden, dass die Stülpbewegung vollständig ausgeführt werden kann, d. h. der Trommelboden um die axiale Länge der Trommel aus der Trommel ausgefahren werden kann.

Alternativ zu der zuvor beschriebenen Stülpfilterzentrifuge sind Schleudermaschinen bekannt geworden (vgl. zum Beispiel EP 0 454 045) bei der die Trommel eine konisch sich erweiternde Trommelwand aus einem metallischen Filtermedium aufweist, auf dem sich der Filterkuchen direkt ablagert. Da hier das Filtertuch fehlt, um den Filterkuchen von der Trommelwand abzulösen und nach außen zu tragen, wurde hier eine pneumatische Vorrichtung vorgesehen, die den Filterkuchen von der Trommelwand ablöst und unterstützt durch die Konizität der Trommelwand in einen um den Rand der offenen Stirnseite der Trommel angeordneten Ringkanal fördert.

Problematisch bei dieser Schleudermaschine ist, dass diese eine zufriedenstellende Absprengung des Filterkuchens nur dann gewährleistet, wenn zuvor ein relativ hoher Trocknungsgrad des Filterkuchens erreicht wird. Häufig begegnet man jedoch Situationen, in denen eine Trocknung des Filterkuchens bis zu einem Grad, der eine einfache pneumatische Austragung erlaubt, langwierig und energieaufwändig ist oder auf Grund von Materialeigenschaften überhaupt nicht gelingt, so dass in diesen Fällen die mit einem Filtertuch arbeitende Stülpfilterzentrifuge erhebliche Vorteile bietet.

Die Schleudermaschine mit dem metallischen Filtermedium in der Trommelwand und der pneumatischen Austragung andererseits weist gegenüber der Stülpfilterzentrifuge den Vorteil auf, dass sie kürzer baut, doch dieser Vorteil wiegt den zuvor geschilderten Nachteil in den seltensten Fällen auf.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ausgehend von einer Stülpfilterzentrifuge diese so weiterzubilden, dass zum einen eine kompaktere Bauweise erreicht wird, und zum anderen aber der Austrag des Feststoffanteils im Wesentlichen unabhängig von dessen Feuchtegehalt gelingt.

Diese Aufgabe wird durch eine filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge gelöst, welche eine in einem Trommelgehäuse drehbar gelagerte Schleudertrommel mit einer ein stationäres, formstabiles Filtermedium umfassenden Trommelwand umfaßt, eine die Trommel drehend antreibende Welle, einen die offene Stirnseite der Trommel am Trommelrand dichtend verschließenden Deckel, eine Einfüllvorrichtung für zu filternde Suspension mit einer ins Innere der Trommel führenden Füllleitung, und einen im Innern der Trommel angeordneten Trommelboden, wobei Trommelboden und Filtermedium bzw. Trommelwand relativ gegeneinander axial verschieblich sind um den Feststoffanteil mechanisch aus der Trommel auszutragen.

Die Erfindung betrifft damit eine Stülpfilterzentrifuge neuen Typs, bei der die Verwendung des Filtertuchs vermieden wird. Eine solche Stülpfilterzentrifuge wird im Folgenden als filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge bezeichnet. Der Trommelboden, wie er von der herkömmlichen Stülpfilterzentrifuge bekannt ist, bleibt erhalten und bekommt jetzt eine neue Funktion. Statt das Filtertuch zu halten und zu führen, wird der Trommelboden zum mechanischen Austragen des Feststoffanteils bzw. Filterkuchens benutzt.

Die erfindungsgemäße filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge führt, ähnlich der filtertuchbehafteten Stülpfilterzentrifuge mit dem Trommelboden beim mechanischen Austragen des Feststoffanteils eine Art Stülpbewegung durch, wie sie an sich von der klassischen, filtertuchbehafteten Stülpfilterzentrifuge bekannt ist.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Dadurch, dass kein Filtertuch mehr umgestülpt werden muss und die Zentrifuge filtertuchlos arbeitet, lässt sich der Stülpbewegung auf ca. die halbe Strecke reduzieren, d. h. der Verfahrensweg für den Trommelboden wird auf wenig mehr als die Hälfte begrenzt.

Entsprechend lässt sich eine deutlich kompaktere, d. h. kürzere Bauweise der Zentrifuge erreichen, ähnlich der der eingangs besprochenen Schleudermaschinen mit pneumatischem Filterkuchenausstrag. Da aber nach wie vor mechanisch ausgetragen wird, entfallen die Nachteile solcher Schleudermaschinen.

Alternativ zum Verfahren des Trommelbodens gegenüber der ortsfesten Trommelwand kann auch die Trommelwand gegenüber dem Trommelboden bewegt oder aber beide gleichzeitig gegeneinander in Axialrichtung bewegt werden. Alle folgenden Ausführungen und Erläuterungen werden anhand der ersten Alternative, nämlich dem bewegten Trommelboden, gemacht. Sie gelten aber genauso für die anderen beiden Alternativen der Relativbewegung von Trommelboden und Trommelwand.

Durch das Vermeiden des Filtertuchs wird darüber hinaus, d. h. neben dem kürzeren Verfahrensweg für den Trommelboden, noch erreicht, dass auch aggressive Suspensionen mit hoher Temperatur in der Zentrifuge verarbeitet werden können.

Um einen möglichst restefreien Austrag des Filterkuchens zu erreichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass der Trommelboden einen Durchmesser aufweist, welcher nur geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser der Trommel an ihrer geschlossenen Stirnwand.

Beim Ausfahren des Trommelbodens zum Austragen des Feststoffanteils bleiben dann allenfalls geringfügige Reste an der Trommelwand haften. Im Falle, dass der Feststoffanteil sehr trocken

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

ist, gelingt auch ein nahezu vollständiger Austrag desselben aufgrund der mechanischen Stülpbewegung des Trommelbodens.

Bevorzugt wird ein Filtermedium verwendet, welches selbsttragend ist und keine gesonderte Stützung zur Erhaltung der Formstabilität benötigt. Die Formstabilität der Trommelwand bzw. des die Trommelwand mindestens zu großen Teilen bildenden Filtermediums ist wichtig, damit insbesondere beim Austragen des Filterkuchens keine Deformierung der Trommelwand auftritt, was zu einem Verbleib von unerwünscht hohen Feststoff- oder Filterkuchenresten in der Trommel führen würde.

Darüber hinaus sind selbsttragende Filtermedien auch von Vorteil, indem die zur Verfügung stehende Fläche der Trommelwandung maximiert werden kann und trotzdem auch beim Schleudervorgang selbst keine Verformung der Trommelwand auftritt.

Geeignete Filtermedien für die filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge sind metallische, keramische, Kunststoff oder auch Medien, welche aus einer Mischung dieser Materialien hergestellt sind. Beispielsweise eignen sich mehrlagige metallische Maschennetze mit nach außen größer werdender Maschenweite.

Unterstützend kann bei einer bevorzugten erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge beim Austrag des Filterkuchens eine pneumatische Vorrichtung wirken, welche dem Ablösen und Austragen von Filterkuchenresten dient.

Bei der zuvor angesprochenen pneumatischen Vorrichtung zum Ablösen und Austragen von Filterkuchenresten handelt es sich bevorzugt um eine Vorrichtung, welche einen Gasstrom oder Gasströme in Axialrichtung der Trommel zu deren offener Stirnseite hin erzeugt.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die Gasströme oder der Gasstrom können achsparallel oder auch mit leichter Neigung zu der Trommelwand ausgerichtet werden, so dass zum einen eine die Filterkuchenreste ablösende Gasstromkomponente vorhanden ist und zum anderen die abgelösten Filterkuchenreste gleichzeitig in Richtung zur offenen Stirnseite der Trommel befördert werden.

Alternativ oder ergänzend kann hier ein Gasstrom oder Gasströme der pneumatischen Vorrichtung wirken, welche(r) in Radialrichtung auf die Trommel trifft bzw. treffen. Gasströme, die in Radialrichtung auf die Trommel treffen, erleichtern insbesondere das Ablösen von Filterkuchenresten von dem Filtermedium bzw. der durch die Filtermedien gebildeten Trommelwand. Insbesondere eine Kombination von Gasströmen, die in Axialrichtung und in Radialrichtung wirken, stellen eine ausgezeichnete Reinigungswirkung zum Ablösen und Austragen der Filterkuchenreste zur Verfügung.

Die pneumatische Vorrichtung kann statisch bezüglich der Trommelwand angeordnet sein, und bevorzugt wird dann über eine Vielzahl von Düsen die Wirkung der pneumatischen Vorrichtung, von der geschlossenen Stirnwand beginnend, in Richtung zum offenen Stirnseitenteil der Trommel sich fortsetzend, erzeugt, so dass die Filterkuchenreste sukzessive, beginnend benachbart zur geschlossenen Stirnwand, sich in Richtung zur offenen Stirnseite der Trommel fortsetzend transportiert werden.

Alternativ hierzu können die pneumatische Vorrichtung und die Trommelwand relativ zueinander in Axialrichtung der Trommel verfahrbar ausgestaltet sein. Durch die Relativbewegung von pneumatischer Vorrichtung und Trommelwand ergibt sich nunmehr derselbe Effekt wie zuvor mit den steuerbaren Düsen beschrieben.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Besonders bevorzugte pneumatische Vorrichtungen sind in der Lage, einen pulsierenden Gasstrom bzw. pulsierende Gasströme zu erzeugen, die eine wesentlich bessere Ablösewirkung für Filterkuchenreste an der Trommelwand aufweisen. Gleichzeitig kann das dabei eingesetzte Luftvolumen minimiert werden.

Bei einer weiter bevorzugten pneumatischen Vorrichtung sind Düsenauslässe für den Gasstrom vorgesehen, welche mit einer Differenzdrehzahl zu der Trommelwand drehend antreibbar sind, so dass sich eine völlig gleichmäßige Beaufschlagung der Trommelwand bzw. dem Filtermedium in all ihren Flächenelementen durch den Gasstrom bzw. die Einzelgasströme, die aus den Düsen austreten, realisieren lässt.

Eine besonders bevorzugte pneumatische Vorrichtung weist Düsenauslässe für die Gasströme im Inneren der Trommel auf, wobei bevorzugt diese in den Trommelboden integriert sein können.

Um eine sehr einfache Reinigung der filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge zu ermöglichen, kann vorgesehen sein, dass im Inneren der Trommel Auslässe angeordnet sind, welche zum Bespülen der Trommelwand, d. h. insbesondere dem dort angeordneten Filtermedium, mit einem flüssigen Reinigungsmedium, insbesondere einem Lösemittel, dienen.

Um die an Stülpfilterzentrifugen für pharmazeutische Anwendungen geforderte Abschottung gegenüber der Umgebung, insbesondere auch der Maschinenumgebung, sicherzustellen, wird bevorzugt der Trommelboden ein Dichtungselement an seiner Umfangsfläche aufweisen, welches in einer zurückgezogenen Position des Trommelbodens, benachbart zur geschlossenen Stirnwand der Trommel, dichtend an der zylindrischen Trommelwand anliegt. Damit wird vermieden, dass Suspension auf die Rückseite des Trommelbodens gelangen kann.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Beim Austragen des Filterkuchens aus der Trommel der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge muss zunächst der Deckel von dem freien Stirnseitenende der Trommel entfernt werden. Andererseits liegt der Deckel während dem Schleudervorgang dichtend an der freien Stirnseite der Trommel an und muss mit dieser zusammen gedreht werden.

Eine einfache Konstruktion, die diesen beiden Bedingungen Rechnung trägt, sieht vor, dass der Deckel mit dem Trommelboden über Abstandshalter starr verbunden ist. Damit wird beim Vorschieben des Trommelbodens zum Beginn der mechanischen Reinigung bzw. dem mechanischen Austrag des Filterkuchens der Deckel mit geöffnet, und der mechanisch ausgetragene Filterkuchen kann aus dem offenen Stirnseitenende der Trommel herausfallen.

Bei einer aufwändigeren Konstruktion kann der Deckel unabhängig von dem Trommelboden von der freien Stirnseite entfernt werden, was den Vorteil mit sich bringt, dass der Verfahrensweg des Deckels zum Öffnen der Trommel geringer gewählt werden kann als der Verfahrensweg des Trommelbodens zum mechanischen Austragen des Filterkuchens. Hier ist dann eine noch kompaktere Bauweise der Schleudermaschine möglich.

Beispielsweise kann der Deckel in Axialrichtung der Trommel gesehen ortsfest angeordnet werden, während die Trommel zu Beginn des Austragschritts eine kurze Strecke zurückgezogen wird, um zwischen dem Deckel und der offenen Stirnseite der Trommel einen ausreichenden Abstand zu schaffen, durch den dann das Filterkuchenmaterial aus der Trommel herausgelangen kann, wenn nachfolgend der Trommelboden vorgeschoben wird.

Eine bevorzugte filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge weist ein Trommelgehäuse auf, welches sich in Richtung von der offenen Stirnseite der Trommel zu deren geschlossener Stirnwand hin konisch erweitert. Dadurch wird aus der Trommel austretendes

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

flüssiges Filtrat von der offenen Stirnseite der Trommel abgeleitet, aus der im späteren Austragschritt mechanisch das feste Filterkuchenmaterial ausgetragen wird. Damit lässt sich räumlich ein Abstand zwischen dem Auslass für das Filtrat einerseits und dem Teil des Filtergehäuseraums schaffen, der den Filterkuchen bzw. das Material des Filterkuchens aufnimmt.

Die Trommelwand wiederum kann ebenfalls geringfügig konisch ausgebildet sein, wobei sich hier allerdings eine gegenläufige Konizität empfiehlt, nämlich eine solche, bei der sich die Trommelwand zur offenen Stirnseite der Trommel hin erweitert. Dies erlaubt nun sehr enge Toleranzen des Trommelbodens gegenüber der geschlossenen Stirnwand und vermeidet ein Blockieren des Trommelbodens beim Ausfahren des Trommelbodens aus der Trommel heraus auch in Fällen, in denen der Filterkuchen sehr leicht verbackt.

Für das Eintragen der zu filternden Suspension in das Innere der geschlossenen Trommel bieten sich verschiedene Möglichkeiten an. In der EP 0 454 045 wird vorgeschlagen, durch die Antriebswelle die Suspension in die Trommel hineinzuleiten. Bevorzugt wird man allerdings gemäß der vorliegenden Erfindung den Deckel der Trommel mit einer Öffnung versehen und die Füllleitung als Füllrohr ausbilden, welches den Deckel durchsetzt und während des Zentrifugiervorganges in das Trommelinnere führt. Das Füllrohr kann dabei frei durch die Öffnung geführt werden, so dass ein Kontakt zwischen Füllrohr und Deckelöffnung auch beim Zentrifugierbetrieb vermieden wird.

Bei Filterzentrifugen ist es manchmal erwünscht, die Trommel mit einem unter Überdruck stehenden Gas (beispielsweise Heißdampf) zu beaufschlagen, um den im Fliehkraftfeld entstehenden, hydraulischen Druck zu erhöhen oder um den Filterkuchen zum Zwecke seiner Trocknung durchzublasen oder um ihn einer Dampf-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

wäsche zu unterziehen. Ferner kann es alternativ auch erwünscht sein, die Trommel unter Unterdruck zu setzen.

Um diese Möglichkeit zu besitzen, den Schleuderraum, der von der Trommel umschlossen wird, mit Überdruck oder Unterdruck zu beaufschlagen, um den Filtrationsvorgang oder auch den Trocknungsvorgang des Filterkuchens zu unterstützen, ist bei einer bevorzugten filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge vorgesehen, dass das Füllrohr zur Veränderung des Druckes in der Trommel mit Druck- oder Unterdruckquellen verbindbar und mittels einer kombinierten Dreh- und Gleitdichtung gegenüber dem Deckel abgedichtet ist. Dabei dichtet die Drehdichtung das Füllrohr gegen den sich drehenden und die Gleitdichtung das Füllrohr gegen den axial verschieblichen Deckel ab.

Weiter bevorzugt wird das Füllrohr am Gehäuse in einer elastischen Halterung abgestützt sein, die in Verbindung mit der Dreh- und Gleitdichtung Taumelbewegungen des Füllrohres zulässt. Damit wird dem Umstand Rechnung getragen, dass sich während des Zentrifugiervorganges mehr oder weniger häufig Unwuchten einstellen, die zu einem exzentrischen Bewegen der Trommel und damit auch einer exzentrischen Bewegung des Deckels mit seinem Einlass für das Füllrohr führen. Bei dieser bevorzugten Ausgestaltung der filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge ist dann Vorsorge getroffen, dass diese Bewegung nicht zu einer Beschädigung des Füllrohrs und zu einer vorzeitigen Abnutzung desselben führt.

Durch diese Ausgestaltung wird dreierlei erreicht: Das Füllrohr wird gleichzeitig als Einleitrohr für Druckgas (Dampf) oder zur Erzeugung eines Unterdruckes durch Abpumpen ausgenutzt, so dass hierfür besondere Zuleitungen entfallen. Die kombinierte Dreh- und Gleitdichtung zwischen Füllrohr und Deckel verhindert ein Austreten des unter Druck stehenden Gases aus dem Schleuderraum oder ein Eindringen von Gas (atmosphärische Luft) von der Au-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Benseite in den Schleuderraum. Die elastische Abstützung des Füllrohrs am Gehäuse gleicht auf Unwucht beruhende Taumelbewegungen der Trommel aus, so dass im Betrieb eine vollkommene Abdichtung durch die kombinierte Dreh- und Gleitdichtung gewährleistet ist. Dabei ist die Gleitverschiebung des Deckels relativ zum Füllrohr nicht beeinträchtigt.

Bevorzugt wird in diesem Zusammenhang das Füllrohr mit einem Flansch und unter Zwischenschaltung eines elastischen Elements am Gehäuse befestigt sein, wobei gegebenenfalls am Auslassende des Füllrohrs eine beidseits konisch auslaufende Verdickung vorgesehen ist, die eine besonders einfache Abdichtung bei ausreichendem Bewegungsspielraum zum Folgen der Taumelbewegungen der Trommel gewährleistet ist.

Durch eine spezielle Ausbildung des Dreh- und Gleitlagers einerseits und durch das Vorsehen einer beidseits konischen Verdickung am Auslassende des Füllrohrs andererseits wird nicht nur ein möglichst verschleißfreier Zentrifugierbetrieb sichergestellt, sondern auch dafür gesorgt, dass beim Verschieben des Deckels in der Phase des Austrags des Filterkuchens das dichtende Zusammenwirken der Verdickung und der Dreh- und Gleitdichtung aufgehoben wird, so dass die Deckelöffnung in der Aus-
tragphase das Füllrohr nunmehr mit allseitigem Abstand umschließt und so während dieser Phase eine Beanspruchung der Dreh- und Gleitdichtung überhaupt vermieden wird.

Alternativ zu der Möglichkeit, das von der Trommel eingeschlossene Volumen über das Füllrohr mit Druck bzw. Unterdruckbedingungen zu betreiben, kann vorgesehen sein, dass die Trommel von ihrer dem Füllrohr abgekehrten Seite über eine Leitung mit einer Druck- oder Unterdruckquelle verbindbar ist. Hier wird dann die Einspeisung von Druckgas bzw. das Anlegen eines Vakuums vom Füllrohr und seiner Funktion, Suspension zuzuleiten, abgekoppelt.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

In diesem Zusammenhang kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Einfüllöffnung des Deckels durch ein zusammen mit der Trommel umlaufendes Verschlusselement dicht gegenüber dem Füllrohr verschliessbar ist, das unter Vermeidung eines Reibschlusses vom Füllrohr entkoppelt ist.

Hier bietet sich ebenfalls an, die Trommel auf einer Hohlwelle anzuordnen und ein Verschlusselement in der Hohlwelle derart verschieblich zu lagern, dass es die Einfüllöffnung von der Innenseite der Trommel her dicht verschließen kann.

Weiter bevorzugt wird bei einer durch den Deckel reichenden Füllrohranordnung vorgesehen, dass das Füllrohr um seine Längsachse drehbar gelagert ist und zusammen mit der Trommel um diese Achse in Umlauf versetzt werden kann. Hier kann dann eine Abrieb und damit das Auftreten von Verunreinigungen verursachende Dreh-/Gleitdichtung an der Deckelöffnung vermieden werden.

Die Dreh-/Gleitdichtung lässt sich in einen Bereich außerhalb des Gehäuses verlagern.

Bevorzugt wird in diesem Zusammenhang, dass das Füllrohr durch eine Antriebseinrichtung im Wesentlichen synchron antreibbar ist.

Bevorzugt wird hier auch vorgesehen, dass zur Erzielung der Abdichtung zwischen Einfüllöffnung im Deckel und dem Füllrohr ein wahlweise zwischen einer Offen- und einer Schließstellung hin- und hersteuerbares Verschlusselement angeordnet wird.

Bei einer weiteren Variante der filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge gemäß vorliegender Erfindung wird vorgesehen, dass die Trommel und der Deckel mittels einer drehend angetriebenen Hohlwelle angetrieben werden und in der Hohlwelle eine hin- und

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

herbewegbare Trägerwelle angeordnet wird, die erlaubt, den Trommelboden zum mechanischen Austrag des Filterkuchens gegenüber der Trommelwand bzw. dem Filtermedium der Trommelwand bzw. dem Filtermedium der Trommelwand zu verschieben.

Im einzelnen wird hier bevorzugt, dass an der Trägerwelle eine Schraubspindel angeordnet ist und eine mit dieser Schraubspindel in Eingriff stehende Mutter vorgesehen ist und dass entweder die Schraubspindel oder die Mutter von einem Motor drehend antreibbar ist, so dass in Abhängigkeit von der Drehzahl der Schraubspindel bzw. der Mutter relativ zur Drehzahl der Hohlwelle die Trägerwelle in der Hohlwelle hin- und herteleskopiert. Damit lässt sich beim Drehen der Filtertrommel der Deckel öffnen und der Trommelboden nach vorne zum mechanischen Austrag des Filterkuchens über das freie Stirnseitenende der Trommel hin verschieben.

Dadurch lässt sich für die Austrag-/Stülpbewegung des Trommelbodens die Verwendung hydraulischer Aggregate vermeiden, bei denen prinzipiell Leckagen nicht ausgeschlossen werden können. Dies ist aber insbesondere bei der Filterung hochsensibler Produkte, wie z. B. Pharmazeutika, oder bei unter sterilen Bedingungen ablaufenden Prozessen außerordentlich unerwünscht.

Aus Sicherheitsgründen muss bei den Schleudermaschinen und entsprechend auch bei der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge sichergestellt sein, dass die Trommel nur bei verhältnismäßig geringen Drehzahlen geöffnet werden kann. Hier bieten sich zum einen Fliehkraftregler an, die dafür sorgen, dass die Öffnungsbewegung der Trommel nur unterhalb einer bestimmten Trommeldrehzahl eingeleitet werden kann. Diese Art der Sicherungseinrichtung ist allerdings relativ kompliziert und störanfällig, so dass man bevorzugt eine Sicherungseinrichtung verwendet, welche ohne die Verwendung eines Fliehkraftreglers auskommt.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Hier bietet sich insbesondere an, bei der bereits zuvor vorgestellten Lösung, bei der ein Hydraulik-Aggregat zur Bewerkstelligung der Öffnung und Austragsbewegung des Deckels bzw. des Trommelbodens unter Vermeidung von Hydraulik-Aggregaten vorgeschlagen wurde, an der Trägerwelle eine Schraubspindel anzuordnen und eine mit dieser Schraubspindel in Eingriff stehende Mutter vorzusehen, so dass entweder die Schraubspindel oder die Mutter von einem Motor drehbar antreibbar ist, so dass in Abhängigkeit von der Drehzahl der Schraubspindel bzw. der Mutter relativ zur Drehzahl von Hohlwelle und Trommel die Trägerwelle in der Hohlwelle hin- und herteleskopiert, wobei sich die Trommel öffnet, wenn die Drehzahl der vom Motor angetriebenen Schraubspindel bzw. Mutter größer als die Drehzahl der Hohlwelle ist, und schließt, wenn die Drehzahl der Schraubspindel bzw. der Mutter kleiner als die Drehzahl der Hohlwelle ist, und dass die maximale Drehzahl des Motors so gewählt ist, dass die von ihm der Schraubspindel bzw. Mutter erteilte maximale Drehzahl kleiner als die kritische Drehzahl der Trommel ist, so dass sich die Trommel nur dann öffnet, wenn sie mit einer Drehzahl kleiner als die kritische Drehzahl rotiert.

Diese Ausführungsform kommt deshalb mit einer blossen Drehzahlüberwachung der Antriebsmotoren aus, die sehr einfach störungsfrei zu bewältigen ist.

Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass die Schraubspindel bzw. die Mutter durch mehrere, wahlweise einschaltbare Motoren mit unterschiedlicher Drehzahl antreibbar ist, wobei die maximalen Drehzahlen in diesen Motoren so gewählt sind, dass die von ihnen der Schraubspindel bzw. der Mutter erteilten maximalen Drehzahlen kleiner als die kritische Drehzahl der Trommel sind.

Eine weitere Alternative besteht darin, zwischen Motor und Schraubspindel ein regulierbares Schaltgetriebe anzuordnen.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Bei den Ausführungsformen der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge, bei denen das Öffnen bzw. das Verschieben des Trommelbodens gegenüber der Schleudertrommel durch eine in einer Hohlwelle angeordneten Welle, auch Verschiebewelle genannt, geschieht, durchdringt die Verschiebewelle beim Verschieben des Trommelbodens den Innenraum der Schleudertrommel, und dadurch kann es zu Verschmutzungen, z. B. durch Schmiermittel, kommen, indem diese Materialien vom Maschinengestell in den Innenraum der Schleudertrommel überführt werden. Umgekehrt können beim Verschließen der Schleudertrommel Suspensionsreste, Reste an Filterkuchenmaterial und/oder Filtrat durch die Verschiebewelle in das Maschinengehäuse eingeführt werden. Beides ist nachteilig, denn die Verschmutzungen können die für die Behandlung von sensiblen Suspensionen, beispielsweise Lebensmittel oder Pharmazeutika, erforderlichen Sterilbedingungen des Innenraums der Trommel beeinträchtigen, während in das Maschinengestell gelangte Suspensionsreste den Schleuderbetrieb, insbesondere das Bewegen der Verschiebewelle, beeinträchtigen können.

Abhilfe kann hier geschaffen werden, indem zwischen der geschlossenen Stirnwand der Schleudertrommel einerseits und dem relativ zu dieser beweglichen Trommelboden andererseits eine flexible und/oder dehnbare Trennwand angeordnet wird, die eine Abdichtung zwischen der den Trommelboden tragenden Verschiebewelle und dem die Suspension aufnehmenden Innenraum der Schleudertrommel vermittelt.

Vorteilhafterweise wird überprüft, ob die Trennwand unversehrt ist und so ihre Funktion vollständig erfüllen kann, wobei hier vorzugsweise eine Einrichtung zur Überwachung eines Differenzdruckes beidseits der Trennwand herrschenden Drücke vorgesehen wird.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Der Differenzdruck kann überwacht werden und im Falle der Soll-abweichung ein Alarmsignal ausgelöst werden, so dass das Bedienpersonal sofort auf ein Undichtwerden der Trennwand hin reagieren und diese austauschen kann.

Eine weitere Fortbildung der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge liegt darin, diese mit einer Vorrichtung zur Durchführung einer Gewichtsmessung zu versehen. Die Gewichtsmessung kann preiswert mit Kleinlastzellen und Auswägeeinrichtungen geschehen, wobei allerdings durch Gasdrücke in dem Zentrifugengehäuse auftretende bzw. verursachte Störkräfte kompensiert werden müssen. Eine einfache Art, dieses Problem zu lösen, liegt darin, dass die Zentrifuge eine Vorrichtung zur Durchführung einer Gewichtsmessung aufweist, wobei die Zentrifuge in einer vertikalen Ebene schwenkbar gelagert wird, wobei ein Kraftmesselement die gewichtsabhängigen Schwenkbewegungen der Zentrifuge abfühlt und eine Kompensationseinrichtung die durch die schwankenden Gasdrücke verursachten Störkräfte derart ausgleicht, dass die Gewichtsmessung hierdurch unbeeinflusst bleibt, wobei die Kompensationseinrichtung ferner einen den Gasdruck in der Zentrifuge abführenden Sensor umfasst, der in Abhängigkeit von abgefühlten Änderungen des Gasdrucks ein Korrektursignal für die Gewichtsanzeige erzeugt.

Die Schwenkachse der Zentrifuge wird dabei vorzugsweise horizontal angeordnet.

Die Reinigungsfreundlichkeit der Schleudermaschinen ist von besonderer Bedeutung, insbesondere bei so sensitiven Produkten wie Lebensmittel und Pharmazeutika, so dass alle mit der zu filternden Suspension, dem Filtrat und dem Filterkuchenmaterial in Berührung kommenden Teile der Schleudermaschine gut zugänglich und reinigbar sein sollten. Um dies zu erleichtern, wird bei einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung vorgeschlagen, dass das Gehäuse der Zentrifuge einen er-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

sten Gehäuseraum mit einem Auslass zum Abführen des Filtrats und einen zweiten Gehäuseraum mit einem Auslass zum Abführen des Filterkuchens aufweist, wobei der erste Gehäuseraum abgedichtet von einem ersten selbstständigen Gehäuseteil und der zweite Gehäuseraum abgedichtet von einem zweiten selbstständigen Gehäuseteil umschlossen ist, wobei ferner die beiden Gehäuseteile jeweils für sich in verschiedene Richtungen um separate Achsen derart schwenkbar gelagert sind, dass sie einzeln zwischen einem geschlossenen Zustand und einem geöffneten Zustand relativ zur Schleudertrommel verschwenkbar sind. Diese Ausbildung des Gehäuses erlaubt bei aufgeschwenkten Gehäuseteilen den Zutritt zu allen wichtigen Bestandteilen, ohne dass die Schleudertrommel selbst demontiert werden müsste.

Bevorzugt werden die beiden Gehäuseteile um vertikale Achsen verschwenkbar gelagert.

Weiter bevorzugt wird das erste Gehäuseteil allgemein ringförmig und das zweite Gehäuseteil etwa topfförmig mit einer im Wesentlichen geschlossenen Stirnwand ausgebildet, wobei das zweite Gehäuseteil in geschlossenem Zustand mit einem der Stirnwand gegenüberliegenden Rand am ersten Gehäuseteil dicht anliegt. Die beiden Gehäuseteile bilden dabei einen ungefähr zylindrischen Mantel, der in etwa konzentrisch mit der Schleudertrommel angeordnet ist.

Um beim Arbeiten mit den erfindungsgemäßen Zentrifugen einen möglichst großen Trenneffekt zu erreichen, wird die Schleudertrommel meistens mit der höchstmöglichen Drehzahl betrieben, was zu sehr hohen Umfangsgeschwindigkeiten am Trommelrand führt. Da bei diesen Zentrifugen aufgrund unvermeidlicher Unwuchten Taumelbewegungen der Schleudertrommel auftreten, wird in der Regel zwischen der sich drehenden Schleudertrommel und dem stationären Gehäuse im Bereich der Grenze von Filtrat- und

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Feststoffraum ein Ringspalt vorgesehen, der auch eine flexible, elastische Dichtung enthalten kann.

Wenn nun die Schleudertrommel innerhalb eines solchen Ringspalts in rasche Umdrehung versetzt wird, muss der Ringspalt mindestens so groß sein, dass die bei maximaler Unwucht entstehende Taumelbewegung der Trommel nicht zu einer Berührung der rotierenden Schleudertrommel mit stationären Gehäuseteilen führt. Bei Verwendung einer Dichtung im Ringspalt darf diese in Folge der großen Umfangsgeschwindigkeit der Trommel und der bei Berührung auftretenden Wärmeentwicklungen nur leicht an rotierenden Maschinenteilen anliegen.

Dieser im Hinblick auf die unvermeidlichen Traumelbewegungen der Trommel erforderliche Ringspalt hat zur Folge, dass zwischen dem Filtratraum und dem Feststoffraum des Gehäuses keine absolute Abdichtung möglich ist.

Da die Schleudertrommel bei ihrer Rotation wie ein Ventilator wirkt, entsteht im Filtratgehäuseteil, in welchem die geschlossene Trommel während des Filtriervorgangs umläuft, gegenüber dem Feststoffgehäuseteil ein Überdruck, der grundsätzlich für einen Gasaustausch zwischen Filtrat- und Feststoffraum des Gehäuses sorgt. Die beim Zentrifugieren durch das Filtermedium im Bereich des Trommelmantels hindurch austretende Flüssigkeit wird im Filtratraum bzw. Filtratgehäuseteil fein verteilt, d. h. das dort vorhandene Gas wird mit Flüssigkeitsaerosolen angereichert, die über den Ringspalt in den Feststoffraum gelangen können. Obwohl häufig zwischen dem Filtratraum und dem Feststoffraum eine externe, sogenannte Gaspendelleitung vorgesehen ist, die für einen Druckausgleich zwischen den beiden Räumen sorgt, kann es dennoch in Folge der im Filtratraum herrschenden Turbulenzen über den Ringspalt zu einem unerwünschten Flüssigkeitsübertritt in den Feststoffraum kommen. Des weiteren können an sich natürlich auch über die Gaspendelleitung Flüs-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

sigkeitsaerosole in den Feststoffraum gelangen, sowie mit filtrierter Flüssigkeit gesättigtes Gas, das dann in unerwünschter Weise in den Feststoffraum zur Auskondensation gelangen kann.

Andererseits wird bei der Austragbewegung des Trommelbodens und der anschließend erfolgenden Feststoffentfernung der Trommelboden wie ein Plungerkolben in den Feststoffraum hineinbewegt. Dadurch entsteht in diesem Gehäuseteil gegenüber dem Filtratraum ein Überdruck, zumindest solange der Trommelboden an dem an der Trommelwand anliegenden Filterkuchen anliegt und diesen zur offenen Stirnseite hin verschiebt. Dies verhindert einen Druckabbau. Durch den Austrag mittels der Trommelbodenbewegung wird der trockene Feststoff in den Feststoffraum abgeworfen, und das in diesem Raum vorhandene Gas wird durch staubförmige Anteile des Feststoffes mit Feststoffaerosolen angereichert.

Selbst wenn, wie bereits erwähnt, eine für den Druckausgleich sorgende Gaspendelleitung vorhanden ist, kann aufgrund der im Feststoffraum während des ebenfalls bei rotierender Schleudertrommel ausgeführten Feststoffabwurfes herrschenden Turbulenzen ein unerwünschter Feststoffübertritt durch den Ringspalt in den Filtratraum stattfinden. Des weiteren können auch wiederum Feststoffaerosole über die Gaspendelleitung in den Filtratraum gelangen.

Ein Übertritt von Filtrat in den Feststoffraum und umgekehrt von Feststoffen in den Filtratraum ist wegen der damit verbundenen Kontamination höchst unerwünscht, ist jedoch bei der herkömmlichen Ringspaltlösung praktisch unvermeidlich, selbst wenn der Ringspalt eine Dichtung enthält.

Eine Lösung dieses Problems wird darin gesehen, dass zwischen dem Gehäuse und der Schleudertrommel am Rand der Schleudertrommel im Bereich des Filtratgehäuseteils und des Feststoffgehäuseteils ein Ringspalt in einer Schutzeinrichtung vorgesehen

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

wird, mit deren Hilfe in dem den Trommelrand umgebenden Ringspalt ein Strom eines gasförmigen Sperrmediums erzeugbar ist, der einen unerwünschten Übertritt von gasförmigen, flüssigen und/oder festen Stoffen zwischen Filtrat- und Feststoffgehäuseteilen bzw. Filtrat- und Feststoffraum verhindert.

Bevorzugt wird die Schutzeinrichtung so ausgelegt, dass sie im Ringspalt zwei Ströme eines gasförmigen Sperrmediums erzeugen kann, von denen der eine in das Filtratgehäuseteil bzw. den Filtratraum und der andere in das Feststoffgehäuseteil bzw. den Feststoffraum gerichtet ist.

Nach wie vor kann es sich empfehlen, auch hier eine sogenannte Gaspendelleitung vorzusehen. Diese wird aber dann bevorzugt mit einem Absperrventil ausgestattet, so dass sich bei wirkender Schutzeinrichtung die Gaspendelleitung sperren und so ein Übertritt von Filtratflüssigkeit bzw. Feststoffaerosol in der einen bzw. anderen Richtung über die Gaspendelleitung vermeiden lässt.

Zur Endtrocknung des bei der Filtration mit der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge erhaltenen Feststoffanteils ist es günstig, wenn die Zentrifuge einen nachgeschalteten Feststofftrockner aufweist. In Kombination mit der Zentrifuge wird dann in der Stülpfilterzentrifuge durch Schleudern, Druckgaspressen und Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases einerseits und im Feststofftrockner durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases andererseits eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes durchgeführt.

Der Schleudervorgang sorgt für eine mechanische Entfeuchtung und Trocknung des an der Trommelwand bzw. an dem Filtermedium haftenden Filterkuchens, und der Filterkuchen kann zur weiteren Entfeuchtung mit Trockengas durchströmt werden, wobei die Effi-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

- 21 -

zienz der Entfeuchtung und Trocknung naturgemäß von der Temperatur und der Geschwindigkeit des durchströmenden Gases abhängen. Hierzu wurde schon versucht, vor dem Durchströmenlassen des Filterkuchens mit Trockengas die Kapillaren des Filterkuchens mit einem unter relativ hohem Druck stehenden Gas freizublasen, um so dem Trockengas den Weg zu öffnen.

In den Fällen, in denen die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge nicht ausreicht, werden der Zentrifuge thermische Aggregate in Gestalt von Feststofftrocknern nachgeschaltet, in welchem der von der Stülpfilterzentrifuge abgezogene Feststoff durch Wärmekontakt im Wege einer Beheizung und/oder durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases behandelt wird, um eine weitere Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes bis zum gewünschten Endwert zu erreichen. Vielfach ist es auch erforderlich, den verlangten Endtrocknungsgrad (Restfeuchte) mit einer Endtrocknung im Vakuum zu erreichen. Auch eine Desagglomerierung des Feststoffes durch abwechselndes Anlegen von Vakuum und Druck kann nötig sein. In der Regel geschieht die Endtrocknung oder Desagglomerierung durch Vakuum in Feststofftrocknern, obwohl grundsätzlich diese Vorgänge auch in der Stülpfilterzentrifuge ausgeführt werden können.

Als Trockengas kommt Luft oder ein anderes, insbesondere ein Inertgas, in Frage. Wird das Trockengas beim Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgang sowohl in der Stülpfilterzentrifuge als auch im Feststofftrockner mit Schadstoffen kontaminiert, muss es entweder entsorgt oder in einer Aufbereitungsanlage behandelt werden, so dass das gereinigte Trockengas im Kreislauf zur Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge und im Feststofftrockner wieder verwendet werden kann und der Frischgasverbrauch auf ein Minimum reduziert wird.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Bei der Überführung des in der Stülpfilterzentrifuge vorge-trockneten Feststoffes in den Feststofftrockner machen sich häufig größere Feststoffagglomerate störend bemerkbar, die durch zu hohe Verdichtung und/oder zu hohe Kapillarbindungs-kräfte entstehen können. In diesem Fall muss vor dem Eintritt des Feststoffes in den Feststofftrockner eine Desagglomerie-rung, d. h. Zerkleinerung, durchgeführt werden.

Bei einem entkoppelten Betrieb von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner, d. h. jeder dieser Apparate wird im Hinblick auf das bei einem bestimmten Produkt zu erzielende Ergebnis für sich dimensioniert und gesteuert, muss die Größe jedes Appara-tes nach den in Betracht zu ziehenden, möglicherweise auftre-tenden schlechtesten Ergebnissen in der Trocknung ausgerichtet werden, wobei die Verweilzeit in der Stülpfilterzentrifuge oder im Feststofftrockner, z. B. bedingt durch einzukalkulierende Fehlchargen, zu lang werden kann.

Da bei den bekannten Anlagen, die die Zentrifuge und den Fest-stofftrockner getrennt betreiben, weder die Entfeuchtung und Trocknung in der Stülpfilterzentrifuge noch die Entfeuchtung und Trocknung im Feststofftrockner in ihren Ergebnissen aufein-ander abgestimmt werden können, arbeiten die aus Zentrifuge und Feststofftrockner bestehenden Aggregate in Folge von Warte-oder Stillstandszeiten häufig unwirtschaftlich. Auch werden solche Aggregate im Hinblick auf die Erfüllung bestimmter Pro-duktionserwartungen häufig mit zu hoher Sicherheit ausgelegt, was unmittelbar die Gestehungskosten der Aggregate und deren Betriebskosten negativ beeinflusst.

Auch kann der in der Stülpfilterzentrifuge durch mechanisches Schleudern erreichbare Entfeuchtungsgrad begrenzt sein, so dass z. B. durch ein thixotropes Verhalten des abgetrennten Fest-stoffes dieser an unerwünschten Stellen ankleben oder anbacken kann und einen Weitertransport des Produktes in den Feststoff-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

trockner erschwert. Auch hierdurch können unerwünschte Stillstandszeiten entstehen. Außerdem können zusätzliche Ausrüstungen erforderlich werden, welche die notwendigen Investitionen ebenfalls in die Höhe treiben.

Deshalb wird vorzugsweise die erfindungsgemäße Zentrifuge mit einem nachgeschalteten Feststofftrockner zu einer Einheit kombiniert, so dass sich Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner im Betrieb zur Erzielung eines bestimmten Entfeuchtungsgrades (Restfeuchte) gegenseitig synergetisch ergänzen, wobei insbesondere der Einsatz der thermischen Energie des Trockengases optimiert, d. h. minimiert werden soll.

Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die Zentrifuge einen nachgeschalteten Feststofftrockner mit umfasst, wobei in der Schleudertrommel durch Schleudern, Druckgaspressen und/oder Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases und im Feststofftrockner durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfindet.

Bei der Kombination der Funktionsbestandteile Zentrifuge und Feststofftrockner lässt sich dann erreichen, dass die Stülpfilterzentrifuge und der Feststofftrockner über eine dichte Trennung von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner ermöglichende Verschlusseinrichtung miteinander zu einer Einheit verbunden sind, wobei an der Stülpfilterzentrifuge und am Feststofftrockner Sensoren zur Messung des dort jeweils herrschenden Entfeuchtungs- und Trocknungsgrades sowie dort vorliegender weiterer Betriebsparameter, wie beispielsweise Gewicht des Trommelinhalts, Druck, Temperatur, Durchflussmenge und/oder pH-Wert des Filtrats, Drehzahl, Feuchtigkeit, Zuflussmenge der zugeführten Suspension, angeordnet sind, wobei eine gemeinsame Steuervorrichtung vorgesehen ist, welche durch die von den Sensoren angegebenen Messwerte betätigbar ist, und in Abhängigkeit

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

hiervon die Betriebsdaten, wie beispielsweise Drehzahl der Stülpfilterzentrifuge, einen Gasdruck, die Strömungsgeschwindigkeit eines Gases und/oder die Temperatur eines Gases sowie gegebenenfalls die Temperatur von den Feststoff kontaktierenden Flächen, regelt und wobei die Steuervorrichtung die Regelung dieser Betriebsdaten selbsttätig durchführt, so dass die Betriebszeit für die Entfeuchtung und Trocknung in der Zentrifuge und im Feststofftrockner aufeinander abgestimmt sind und gleichzeitig die Aufteilung der mechanischen Schleuderenergie einerseits und der thermischen Energien in Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner andererseits wirtschaftlich optimal erfolgt.

Der Betrieb einer solchen Anlage wird also von dem Gedanken beherrscht, produkt- und ergebnisabhängig die Trocknungsarbeit optimal auf die Stülpfilterzentrifuge und den Feststofftrockner aufzuteilen, wobei bedarfsweise Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge nicht in der Stülpfilterzentrifuge, sondern im Feststofftrockner und umgekehrt vorgenommen werden.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird sichergestellt, dass auch bei Einleitung eines Über- oder Unterdrucks in die Trommel keine Störung der gewichtsabhängigen Messungen an der Zentrifuge eintreten.

Dies wird bei einer ersten Variante dadurch erreicht, dass eine Leitung zur Erzeugung eines Über- oder Unterdrucks in der Trommel vorgesehen ist und die Wirkungslinie der in dieser Leitung aufgrund des Über- oder Unterdrucks erzeugten Kraft so geführt ist, dass sie die Drehachse des Maschinengehäuses schneidet.

Bei einer zweiten Variante ist vorgesehen, dass wiederum eine Leitung zur Erzeugung eines Über- oder Unterdrucks in der Trommel vorhanden ist und ein den Druck in der Trommel abführender Sensor die Messwertanzeige druckabhängig korrigiert.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Trennen einer Suspension in ein Filtrat und einen Feststoffanteil unter Verwendung einer erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge, wie sie im vorstehenden im einzelnen beschrieben wurde.

Bei diesem Verfahren wird die Suspension über die Füllleitung in den Innenraum der Trommel gefördert, wobei das Filtrat auf Grund der bei drehender Trommel herrschenden Zentrifugalkräfte durch das Filtermedium hindurchtritt bzw. hindurchgedrückt wird und der Feststoffanteil auf der Innenwand der Trommel, d. h. durch das Filtermedium, zurückgehalten wird. Nach Beendigung des Zentrifugierschrittes wird der vom Filtermedium zurückgehaltene Feststoffanteil, auch Filterkuchen genannt, mittels dem Trommelboden mechanisch aus der Trommel ausgetragen.

Zuvor wurde bereits angesprochen, dass der Durchmesser des Trommelbodens möglichst nahe der lichten Weite der Trommel an dem geschlossenen Stirnwandende ist, um beim mechanischen Austragen möglichst wenig Feststoffanteil in der Trommel zurückzulassen.

Eine praktisch vollständige Abreinigung des Feststoffanteils von dem Filtermedium der Trommel gelingt mit pneumatischer Unterstützung, d. h. durch das Erzeugen von Gasströmen, die über das Filtermedium von außen ins Innere der Trommel strömen gelassen werden, um den Feststoffanteil aufzulockern und/oder von dem Filtermedium zu lösen.

Bevorzugt werden die Gasströme durch Erzeugung eines Unterdrucks im Trommelinneren erzeugt. Alternativ kann allerdings auch das Anlegen von Druckbedingungen am Umfang der Trommel vorgesehen sein.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Weiter bevorzugt werden die Gasströme in Form eines oder mehrerer Druck- bzw. Unterdruckpulse angewandt, wodurch sich ein vergleichbarer Effekt erzielen lässt bei gleichzeitiger Minimierung des durchströmenden Gasvolumens.

Bevorzugt kann auch ein radial von außen nach innen gerichtetes Durchströmen des Filtermediums bereits vor dem mechanischen Austragen des Feststoffanteils durch den Trommelboden vorgesehen werden, da damit der von dem Feststoffanteil gebildete Filterkuchen aufgelockert und dessen Haftung am Filtermedium vermindert werden kann.

Diese Maßnahme unterstützt ein möglichst vollständiges Austragen des Feststoffanteils auf mechanischem Wege durch die Verschiebebewegung zwischen Trommelwand und Trommelboden.

Bei einem besonders bevorzugten erfindungsgemäßen Verfahren wird, nachdem der mechanische Austrag der Feststoffanteile mittels Trommelboden erfolgt ist, der Trommelboden in seine Ausgangslage benachbart zur geschlossenen Stirnwand der Trommel rücküberführt und danach mittels radial und/oder axial wirkender Gasströme auf dem Filtermedium verbliebene Reste des Feststoffanteils pneumatisch aus der Trommel herausgefördert.

Der Trommelboden kann dabei in seiner zurückgezogenen Stellung, d. h. seiner Ausgangslage, verbleiben oder aber erneut in seine Auswerflage überführt werden, um die pneumatische Abreinigung mechanisch noch zu unterstützen.

Die radial wirkenden Gasströme können dabei synchron mit der Trommelbodenbewegung, beginnend bei einer Position benachbart der Ausgangslage des Trommelbodens und fortschreitend in Richtung zu dessen Auswerflage hin, erzeugt werden. Idealerweise wird ein ringförmiger Gasstrom am Umfang der Trommel zu deren

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Trommelinnerem erzeugt, kurz bevor der Trommelboden diese Stelle der Trommelwand überstreicht.

Die radial wirkenden Gasströme können bei drehender Trommel stationär erzeugt werden, wobei dadurch sichergestellt ist, dass jedes Flächenelement der Trommel von den radial wirkenden Gasströmen beaufschlagt wird. Damit kommt man zu einer gleichmäßigen Abreinigung der gesamten Oberfläche des Filtermediums der Trommel.

Weiter bevorzugt werden die radial wirkenden Gasströme von axial wirkenden Gasströmen überlagert, was eine bessere pneumatische Förderwirkung zum Austragen der Feststoffanteilsreste bewirkt.

Ähnlich wie die radial wirkenden Gasströme synchron zur Trommelbodenbewegung einwirken gelassen werden können, können die axial wirkenden Gasströme synchron mit der Überführung des Trommelbodens aus seiner Ausgangslage in seine Auswerflage mitwandernd erzeugt werden.

Diese und weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Zentrifuge werden im Folgenden anhand der Zeichnung noch näher erläutert. Es zeigen im einzelnen:

- Fig. 1 eine erfindungsgemäße Stülpfilterzentrifuge gemäß einer ersten Ausführungsform in Zentrifugierstellung;
- Fig. 2 die Stülpfilterzentrifuge gemäß Fig. 1 in Aus-
tragstellung;
- Fig. 1A und 2A ausschnittsweise vergrößerte Darstellung der
erfindungsgemäßen Zentrifuge der Fig. 1 und 2;

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Fig. 1B bis 1F Variationen der ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Stülpfilterzentrifuge mit verschiedenen ergänzenden pneumatischen Austragvorrichtungen in vergrößerten Teil-Darstellungen entsprechend den Fig. 1A und 2A;

Fig. 3 Variante der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge der Fig. 1 mit dichtschließendem Deckel;


 Fig. 4 Draufsicht auf den Deckel der Stülpfilterzentrifuge in Blickrichtung des Pfeils A der Fig. 3;

Fig. 5 Variante der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge der Fig. 3;

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge mit dicht schließendem Deckel;

Fig. 7 eine ausschnittsweise Vergrößerung der Deckeldichtung (Einzelheit A der Fig. 6);

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge;

Fig. 9 und 10 detaillierte Darstellung möglicher Konstruktionsvarianten der Antriebswellen der Zentrifuge der Fig. 8;

Fig. 11 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge;

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

- Fig. 12 Zentrifuge der Fig. 11 bei abgehobenem Deckel;
- Fig. 13 eine weitere Ausführungsform der erfindungsge-
mäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge;
- Fig. 14 Zentrifuge der Fig. 13 bei abgehobenem Deckel;
- Fig. 15 eine weitere Ausführungsform der erfindungsge-
mäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge;
- Fig. 16 eine weitere Ausführungsform der erfindungsge-
mäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge
mit einem zweigeteilten, wegschwenkbaren Ge-
häuseabschnitt;
- Fig. 17 Zentrifuge der Fig. 16 mit weggeschwenkten Ge-
häuseteilen;
- Fig. 18, 19, vergrößerte Darstellung der Einzelheit X der
18A, 19A Fig. 16;
- Fig. 20 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen
filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge mit ei-
ner zu einer Einheit kombinierten Trockenvor-
richtung;
- Fig. 21 bis 23 weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen
filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge mit ei-
ner störkraftfreien Gewichtsmessung;

Die in Fig. 1 dargestellte filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge umfasst ein lediglich schematisch angedeutetes, die gesamte Maschine dicht umschließendes Gehäuse 1, in dem auf einem stationären Maschinengestell 2 eine Hohlwelle 3 in Lagern 4, 5 drehbar gelagert ist. Das Gehäuse 1 ist in der Regel als druckfes-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

tes Gehäuse ausgelegt, um den bei verfahrenstechnisch notwendigen Schritten auftretenden Drücken, z. B. bei der Dampfsterilisation ca. 1 bis 2 bar, zu genügen. Auf das in den Fig. 1 und 2 rechts gelegene, über das Lager 5 hinausragende Ende der Hohlwelle 3 ist ein Druckmittelzylinder 6 abgedichtet angeflanscht. Mit dem Zylinder 6 ist ein Antriebsrad 7 drehfest verbunden, über welches der Zylinder 6 und damit die Hohlwelle 3, z. B. mittels eines Keilriemens von einem Elektromotor (nicht dargestellt) in raschen Umlauf versetzbar ist.

Die zwischen den Lagern 4, 5 starr durchgehende Hohlwelle 3 weist eine (nicht dargestellte) axial gerichtete Keilnut auf, in welcher ein Keilstück 9 axial verschieblich ist. Dieses Keilstück 9 ist starr mit einer im Innern der Hohlwelle 3 verschiebbaren Welle 12 verbunden. Die Welle 12 läuft daher gemeinsam mit der Hohlwelle 3 um, ist jedoch in dieser axial verschieblich.

Die Wellen 3 und 12 verlaufen in einem auch der Halterung der Lager 4, 5 dienenden, buchsenförmigen Gehäuse 13, das auf das Maschinengestell 2 abgestützt ist.

An dem in Fig. 1 links gelegenen, über das Lager 4 hinausragenden Ende der Hohlwelle 3 ist freitragend und drehfest eine topfförmige Schleudertrommel 16 mit ihrer geschlossenen Stirnwand 17 angeflanscht. Die zylindrische Trommelwand wird zu großen Teilen aus einem Filtermedium 18 gebildet, beispielsweise einem mehrlagigen, in radialer Richtung nach außen grobporiger werdenden Metallnetzfilter oder auch einem gesinterten Keramikfilter mit ähnlicher Charakteristik. An ihrer der geschlossenen Stirnseite 17 gegenüberliegenden Stirnseite 20 ist die Trommel 16 offen.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die die geschlossene Stirnwand 17 frei durchdringende, verschiebbare Welle 12 ist mit einem Trommelboden 23 starr verbunden.

An dem Trommelboden 23 ist über Stehbolzen 24 unter Freilassung eines Zwischenraums starr ein Schleuderraumdeckel 25 befestigt, der den Schleuderraum der Trommel 16 durch Auflage an deren flanschartigem Öffnungsrand 19 dichtend verschließt und gemeinsam mit dem Trommelboden 23 durch axiales Herausschieben der Welle 12 aus der Hohlwelle 3 frei von der Trommel 16 abgehoben werden kann. Bei einer anderen Ausführungsform kann zu dem gleichen Zweck auch die Trommel 16 relativ zum stationären Deckel 25 und Trommelboden 23 axial verschieblich sein.

An der in Fig. 1 links gelegenen Vorderseite der filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge ist ein Füllrohr 26 angeordnet, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den Schleuderraum der Trommel 16 dient (Fig. 1) und in dem in der Fig. 2 dargestellten Betriebszustand in eine Bohrung der verschiebbaren Welle 12 eindringt.

Mit dem Druckmittelzylinder 6 zusammenwirkende Leitungen 31 und Ventile 32, 33 dienen der Hin- und Herbewegung der verschiebbaren, die Trommel 16 tragenden Welle 12.

Im Betrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge zunächst die in Fig. 1 dargestellte Stellung ein. Die verschiebbare Welle 12 ist in die Hohlwelle 3 und den Druckmittelzylinder 6 zurückgezogen, wodurch der mit der Welle 12 verbundene Trommelboden 23 in der Nähe der geschlossenen Stirnwand 17 der Schleudertrommel 16 liegt. Der Schleuderraumdeckel 25 hat sich dabei dichtend auf den Öffnungsrand 19 der Trommel 16 aufgelegt. Bei rotieren der Trommel 16 wird über das Füllrohr 26 zu filtrierende Suspension eingeführt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

treten in Richtung der Pfeile 35 durch das Filtermedium 18 der Trommel 16 hindurch und werden von einem Prallblech 36 in eine Abführleitung 37 geleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden vom Filtermedium 18 aufgehalten.

Bei weiter rotierender Schleudertrommel 16 wird nun entsprechend Fig. 2 die Welle 12 (nach links) verschoben, wodurch sich der Trommelboden 23 zur offenen Stirnseite der Trommel 16 bewegt und den von den Feststoffteilchen gebildeten Filterkuchen aus der Trommel 16 heraus transportiert und in das Gehäuse 1 abschleudert. Von da aus lassen sich die Feststoffteilchen leicht abfordern. In der Stellung der Fig. 2 ist das Füllrohr 26 durch Öffnungen 39, 40, welche im Deckel 25 bzw. im Trommelboden 23 vorgesehen sind, in die Bohrung der Welle 12 eingedrungen. Nach beendetem Austrag des Filterkuchens wird die Filterzentrifuge durch Zurückschieben der Welle 12 wieder in die Betriebsstellung entsprechend der Fig. 1 gebracht. Auf diese Weise ist ein Betrieb der Zentrifuge mit ständig rotierender Schleudertrommel 16 möglich.

Wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, ist in das Füllrohr 26 ein Ventil 41 eingebaut, welches die Zuführung von Suspension unterbricht und eine Abdichtung des Füllrohres 26 zu einem die Suspension enthaltenden Vorratsgefäß vermittelt. Über eine in das Füllrohr 26 einmündende Rohrleitung 42 mit Absperrventil 43 kann mit Hilfe der Pumpe 44 ein Gas, insbesondere Druckluft oder ein Inertgas, in das Füllrohr 26 und damit in den Schleuderraum der Trommel 16 eingeleitet werden. Der hierdurch in der Trommel 16 hervorgerufene Innendruck erhöht den im Fliehkraftfeld der rotierenden Trommel 16 entstehenden hydraulischen Druck und wirkt sich hierdurch insgesamt auf das Filtrationsergebnis, sprich die Entfeuchtung des Filterkuchens, günstig aus.

Bei einer anderen Ausführungsform ist es auch möglich über die Leitung 42 heißen, unter Druck stehenden Wasserdampf oder Löse-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

mitteldampf einzuleiten und hierdurch den aufgebauten Filterkuchen einer Dampfwäsche zu unterziehen.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es auch möglich, statt eines Überdrucks in der Trommel 16 einen Unterdruck zu erzeugen, beispielsweise dadurch, dass die Pumpe 44 in Fig. 1 als Saugpumpe ausgebildet wird. Ein derartiger, zeitweise angewandter Unterdruck kann sich beispielsweise günstig auf die Ablösung des Filterkuchens vom Filtermedium 18 auswirken.

Wenn in der Trommel 16 ein Über- oder Unterdruck herrscht, muss zwischen dem stationären Füllrohr 26 und dem umlaufenden Deckel 25 der Trommel 16 eine druckdichte Abdichtung 45 hergestellt werden. Eine bewährte Lösung hierfür ist aus der DE 37 40 411 A1 bekannt.

Bei der von dem Trommelboden 23 ausgeführten und aus den Fig. 1 und 2 ersichtlichen Stülpbewegung wird der Filterkuchen aus dem Inneren der Trommel 16 weitgehend ausgetragen. Da jedoch, um einen Verschleiß des Filtermediums zu vermeiden, der Durchmesser des Trommelbodens 23 stets mindestens geringfügig kleiner sein muss als der lichte Durchmesser der Trommel 16 an der geschlossenen Stirnwand 17, verbleibt ein Filterkuchenrest in der Schleudertrommel 16. Wenn ein im Wesentlichen rückstandfreier Austrag des Filterkuchens gewünscht wird, empfiehlt es sich, wie in einer ausschnittsweisen Vergrößerung der Figuren 1B bis 1F bzw. 2B bis 2F ersichtlich, eine pneumatische Vorrichtung zum Ablösen und Austragen von Filterkuchenresten vorzusehen. Die bevorzugten alternativen Lösungen bei der erfindungsgemäßen filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge wird im folgenden näher erläutert.

Fig. 1A bzw. 2A zeigen die erfindungsgemäße Stülpfilterzentrifuge der Fig. 1 und 2 im Ausschnitt, weshalb dieselben Bezugszeichen Verwendung finden.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

In den Figuren 1A und 2A ist ersichtlich, dass der Trommelboden 23 an seinem Rand 28 umlaufend ein Dichtungselement 29 trägt.

Dieses Dichtungselement 29 liegt in der Ausgangslage des Trommelbodens 23, d. h. wenn dieser benachbart zur geschlossenen Stirnwand 17 angeordnet ist, dichtend im Bereich des Bezugszeichens 27 an der inneren Oberfläche der Schleudertrommel 16 an (Fig. 1A). In dieser Stellung dichtet die Dichtung 29 den Innenraum der Trommel, der mit Suspension über das Füllrohr 26 befüllt wird, von dem auf der Rückseite des Trommelbodens 23 verbleibenden Innenraum der Trommel zur geschlossenen Stirnwand 17 hin ab.

Statt dem Prallblech 36 ist hier als Ausführungsvariante ein rings um die Trommel 16 führendes Filtratgehäuse 36' ausgebildet, welches lediglich am unteren Ende, benachbart zur Abfuhrleitung 37, eine Auslassöffnung 38 aufweist.

In den Figuren 1B und 2B ist eine Variante der Zentrifuge 10 gezeigt, bei der, ähnlich wie in den Figuren 1A und 2A, die Trommel 16 von einem Filtratgehäuse 36' umgeben ist, welches in den Auslass 38 mündet. Der Trommelboden 23' ist bei dieser Ausführungsform mit einem etwas kleineren Durchmesser ausgestattet und weist an seinem Rand 28' eine ringsum laufende Abkröpfung 30 auf. Der Trommelbodenrand 28' trägt dann wieder, wie in den Figuren 1A und 2A gezeigt, eine Dichtung 29.

Bei dieser Variante ist neben der mechanischen Ausföderung der Feststoffanteile (Filterkuchen) eine zusätzliche pneumatische Vorrichtung 46 vorgesehen, welche mit ihren Düsenauslässen an entsprechende Öffnungen des Ringraums heranreicht, der von dem Filtratgehäuse 36' rings um die Trommel 16 gebildet wird. Die Düsen 37 erzeugen Gasströme, die von außen radial ins Innere der Schleudertrommel 16 führen. Wird die pneumatische Vorrichtung 46 aktiviert, bevor der mechanische Austrag durch den

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Trommelboden 23' vorgenommen wird, lockert dies den Feststoffanteil in der Trommel 16 auf und löst diesen mindestens partiell von dem Filtermedium 18 ab. Damit lässt sich ein einfacher, gegebenenfalls auch schon vollständigerer mechanischer Austrag des Filterkuchens erreichen.

Ergänzend oder alternativ kann die pneumatische Vorrichtung 46 betätigt werden, zu einem Zeitpunkt, zu dem das mechanische Austragen des Filterkuchens bereits stattgefunden hat und der Trommelboden 23' erneut in seine in Figur 1B gezeigte Lage überführt wurde. In diesem Fall lockert und transportiert dann die pneumatische Vorrichtung 46 eventuell noch verbliebene Reste an Feststoffanteil vom Filtermedium und, gegebenenfalls unterstützt durch eine weitere Verschiebewegung des Trommelbodens 22', kann dieser Feststoffanteilsrest noch aus dem Trommelinneren in das Gehäuse 1 ausgetragen werden.

Figur 2B zeigt in strichpunktierter Darstellung eine alternative Austragstellung des Trommelbodens 23', in der unmittelbar nachfolgend zu dem mechanischen Austragen des Filterkuchens durch den Trommelboden 23' mit dem pneumatischen Abreinigen und Austragen von Filterkuchenresten begonnen werden kann.

Sind Trommelboden 23' und Deckel 25 starr miteinander verbunden, muss das Gehäuse 1 gegebenenfalls größer dimensioniert werden.

Eine weitere Variante ist in den Figuren 1C und 2C gezeigt, bei der eine Filtertrommel 16' zum Einsatz kommt, welche leicht konisch sich von der geschlossenen Stirnwand 17 aus zu dem Öffnungsrand 19 der Trommel weitet.

Der Trommelboden 23 weist wieder einen Trommelbodenrand 28 auf, in den ein umlaufendes Dichtungselement 29 aufgenommen ist. Gegenüber der Ausführungsform der Figuren 1A und 2A umfasst hier

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

die Zentrifuge 10 eine zusätzliche pneumatische Vorrichtung, die über eine Druckgasleitung 50 unter Druck stehendes Gas in den Trommelboden 23 fördert, von wo aus Verteilungskanäle 51 zu Auslässen 52 führen, welche benachbart zum Trommelbodenrand 28 in Richtung zum Filtermedium 18 der Trommelwand gerichtet angeordnet sind. Diese Düsen sind in regelmäßigen Abständen am Trommelbodenrand 28 angeordnet und richten das Druckgas mit axialer und radialer Komponente gegen die Innenseite des Filtermediums 18.

Die Reinigungswirkung zur Entfernung von Feststoffanteilsresten von dem Filtermedium 18, welche durch die pneumatische Vorrichtung 46 ausgeübt wird, die Gas radial von außen nach innen durch das Filtermedium 18 strömen lässt, wird durch die Druckgasströme, die aus den Düsen 52 am Trommelbodenrand austreten, weiter unterstützt.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich im Inneren der Trommel der Trommelboden 23 mit einer anderen Frequenz dreht als die Trommel 16' selber, so dass die aus den Düsen 52 austretenden Druckgasströme die Innenseite der Trommelwand bzw. das Filtermedium 18 gleichmäßig bestreichen und abreinigen.

Auch hier empfiehlt es sich, für den Abreinigungsvorgang zum Austragen der Feststoffanteilsreste den Trommelboden 23 wieder aus seiner Ausgangslage, wie in Fig. 1C gezeigt, in seine Auswerflage, wie in Figur 2C gezeigt, zu überführen.

Um unmittelbar nach dem mechanischen Austragen des Filterkuchens durch den Trommelboden 23 mit dem pneumatischen Abreinigen und Austragen von Filterkuchenresten beginnen zu können, kann auch (bei gegebenenfalls entsprechend größer dimensioniertem Gehäuse) der Trommelboden 23 in eine Auswerflage verfahren werden, wie sie in strichpunktierter Darstellung in Fig. 2B gezeigt ist.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Eine weitere Variante ist in den Fig. 1D und 2D dargestellt, bei denen zum einen die schon aus den Fig. 1B, 1C bzw. 2B, 2C bekannte pneumatische Vorrichtung 46 vorhanden ist, die durch den Filtratraum hindurch Druckgas von außen ins Innere der Trommel 16 durch das Filtermedium 18 hindurchtreten lässt.

Ähnlich wie bei der Ausführungsform der Figur 1C/2C ist auch hier eine pneumatische Vorrichtung vorhanden, welche im Inneren der Trommel wirksam ist und eine Axialkomponente in ihren Gasströmen aufweist. Eine solche pneumatische Vorrichtung 53 umfasst Düsen 54, die durch Öffnungen 57 (in den Figuren nur angedeutet) in der geschlossenen Stirnwand 17 hindurch Gasströme mit spitzem Winkel gegen die Innenoberfläche der zylindrischen Trommelwand bzw. die innere Oberfläche des Filtermediums 18 richten. Auch eine achsparallele Ausrichtung der Gasströme ist denkbar.

In Kombination mit den von außen nach innen gerichteten Gasströmen, die durch die pneumatische Vorrichtung 46 erzeugt werden, lässt sich so ein vollständiges pneumatisches Reinigen und Austragen von Feststoffanteilresten aus der Trommel 16 bewirken. Hier könnte im Prinzip der Trommelboden 23 in einer Auswerfstellung verbleiben, während nachfolgend die pneumatischen Vorrichtungen 46 und 53 in Gang gesetzt werden, um Feststoffanteilreste an der Oberfläche des Filtermediums 18 voll abzureinigen. Vorzugsweise wird bei einer solchen Ausgestaltung dann der Deckel 25 und der Trommelboden 23 noch etwas weiter nach links ausgefahren (vgl. strichpunktierte Darstellung in Fig. 2B), so dass die pneumatisch ausgeförderten Feststoffanteile ungehindert in das Gehäuse 1 gelangen können.

Bei der Variante gemäß den Figuren 1E und 2E wird zum einen eine pneumatische Fördervorrichtung 53 mit Düsen 54 vorgesehen, die durch Öffnungen 57 in der Stirnwand 17 (Öffnungen nur angedeutet) unter Druck stehendes Gas in spitzem Winkel gegen die

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Oberfläche des Filtermediums 18 im Inneren der Trommel richten, während eine weitere pneumatische Vorrichtung 55 mit einer Mehrzahl an Düsen 56 einzeln schaltbare Gasströme gegen die Trommel 16 von außen richtet. Auf Grund der einzelnen Schaltbarkeit der Düsen 56 kann ein Fördervorgang, beginnend benachbart zur geschlossenen Stirnwand 17 und fortschreitend zum Öffnungsrand 19 der Trommel 16, erzeugt werden, der unterstützt wird durch die Wirkung der aus den Düsen 54 austretenden Gasströme, die vor allem in axialer Richtung wirken.

Auch hier kann vorgesehen sein, dass die Fördervorrichtungen 53 und 55 zum Austragen von Feststoffanteilsresten aus der Trommel 16 in einem Zustand betrieben werden, wie er in der Figur 2B strichpunktiert dargestellt ist, d. h. der Deckel 23 ist in der Auswerfposition. Die beiden pneumatischen Vorrichtungen 53 und 55 können pulsierend betrieben werden, wobei gleichzeitiges oder auch alternierendes pulsierendes Arbeiten der Vorrichtungen 55 und 53 möglich ist.

In der Figur 1F bzw. 2F ist eine weitere Variante dargestellt, bei der zwischen dem Trommelboden 23 und der geschlossenen Stirnwand 17 der Trommel 16 eine von einer Welle 58 getragene kreisrunde Platte 59 vorgesehen ist, in welcher Kanäle 60 radial Druckgas zum Umfangsrand 61 der Platte 59 führen, wo das Druckgas aus Düsen 62 austritt. Die Platte 59, im Folgenden kurz Düsenplatte genannt, ist auf ihrer Welle 58 vorzugsweise unabhängig von der Verfahrbewegung des Trommelbodens 23 in Axialrichtung verschieblich, so dass beispielsweise nach einer ersten mechanischen Austragbewegung des Trommelbodens 23, bei dem der Großteil der Feststoffanteile in das Gehäuse 1 verbracht wird, unter Mitwirkung der pneumatischen Vorrichtung 46 die Innenoberfläche der Trommel 16 bzw. der inneren Oberfläche des Filtermediums 18, beginnend benachbart zur geschlossenen Stirnwand 17, sich fortsetzend zum Öffnungsrand 19 der Trommel 16 bestrichen werden kann und so eine Abreinigung der Innen-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

oberfläche der Trommel 16 von Feststoffanteilresten sukzessive von innen nach außen möglich wird. Der Trommelboden 23 steht dabei bevorzugt in der in Fig. 2F strichpunktiert dargestellten Position.

Selbstverständlich kann auch vorgesehen sein, dass die Platte 59 synchron mit der Bewegung des Trommelbodens 23 in Richtung zum Öffnungsrand 19 der Trommel bewegt wird und/oder dass die Platte 59 mit ihren Auslassdüsen 62 die Innenoberfläche der Trommel 16 mehrfach bestreicht, um eine besonders gründliche Abreinigung der Innenoberfläche der Trommel 16 bzw. des Filtermediums 18 zu erzielen.

Die in den Fig. 1C/2C und 1F/2F dargestellten Düsen 52 bzw. 62 am Umfangsrand des Trommelbodens 23 bzw. am Umfangsrand der Platte 59 können bei entsprechender Ausgestaltung der Zuführleitungen dazu verwendet werden, die nahezu zylindrische bzw. zylindrische Trommelwand mit dem Filtermedium 18 mit einem flüssigen Reinigungsmedium, vorzugsweise einem Lösemittel, zu bescülen.

Selbstverständlich können für diesen Vorgang auch gesonderte Düsen und Zuführleitungen vorgesehen sein, so dass pneumatische Vorrichtung und Spülvorrichtung getrennt bleiben.

Die in Fig. 3 ausschnittsweise dargestellte Stülpfilterzentrifuge 110 umfasst ein lediglich schematisch angedeutetes, die gesamte Maschine dicht umschließendes Gehäuse 111, in dem auf einem stationären Maschinengestell 112 eine Hohlwelle 113 in Lager 114 drehbar gelagert ist. Das rechts gelegene (nicht dargestellte), über das Lager 114 hinausragende Ende der Hohlwelle 113 ist mit einem (ebenfalls nicht dargestellten) Antriebsmotor verbunden, über welchen die Hohlwelle 113 in raschen Umlauf versetzbar ist.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Im Innern der Hohlwelle 113 ist drehfest, jedoch verschiebbar eine Welle 115 angeordnet. Die Welle 115 läuft gemeinsam mit der Hohlwelle 113 um, ist jedoch in dieser axial verschieblich.


An dem in Fig. 3 links gelegenen, über das Lager 114 hinausragenden Ende der Hohlwelle 113 ist freitragend und drehfest eine topfförmige Schleudertrommel 116 mit ihrer geschlossenen Stirnwand 117 angeflanscht. An ihrer kreiszylindrischen Trommelwand 119 weist die Trommel 116 ein Filtermedium 118 auf. An ihrer der geschlossenen Stirnwand 117 gegenüber liegenden Stirnseite 120 ist die Trommel 116 offen.

Parallel zur geschlossenen Stirnwand 117 ist im Trommelinnenraum ein Trommelboden 122 angeordnet, welches starr mit der verschiebbaren, die Stirnwand 117 durchdringenden Welle 115 verbunden ist. An dem Trommelboden 122 ist über Stehbolzen 123 unter Freilassung eines Zwischenraums starr ein Schleuderraumdeckel 124 befestigt, der den Schleuderraum der Trommel 116 durch Auflage an deren Öffnungsrand 120 dicht verschließt und gemeinsam mit dem Trommelboden 122 durch axiales Herausschieben der Welle 115 aus der Hohlwelle 113 frei von der Trommel 116 abgehoben werden kann. Bei einer anderen Ausführungsform kann zu dem gleichen Zweck auch die Trommel 116 relativ zum stationären Deckel 124 axial verschieblich sein.


An der in Fig. 3 links gelegenen Vorderseite der Stülpfilterzentrifuge 110 ist ein Füllrohr 125 angeordnet, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den Schleuderraum der Trommel 116 dient. Das freie Ende des Füllrohrs 125 wird hierzu durch eine zentrale Einführöffnung 126 des Deckels 124 in das Trommelinnere eingeführt und nach der Befüllung der Trommel 116 wieder in die in Fig. 3 dargestellte Position zurückgezogen.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die Einführöffnung 126 ist durch ein von einem Schlauch 127 gebildetes, an sich bekanntes Quetschventil 128 verschließbar. Über eine die Welle 115, den einen Stehbolzen 123 und den Deckel 124 durchdringende Leitung 129 kann der Innenraum des Schlauches 127 mit einem hydraulischen oder pneumatischen Druckmittel gefüllt werden, wodurch das Quetschventil 128 druckdicht geschlossen ist. Dieser Zustand ist in Fig. 4 dargestellt.



Beim Öffnen der Trommel 116, also beim Abheben des Deckels 124 vom Trommelrand 121 durch Verschieben der Welle 115, kann das in der Position gemäß Fig. 3 befindliche Füllrohr 123 durch das nunmehr geöffnete Quetschventil 128 hindurch platzsparend in eine Bohrung 130 der Welle 115 eindringen. Das Quetschventil 128 ist so ausgebildet, dass in seinem Öffnungszustand praktisch keine Reibung zwischen dem Schlauch 127 und dem Füllrohr 125 vorliegt.



Das beschriebene Quetschventil 128 kann auch durch ein Ventil anderer Art ersetzt werden, beispielsweise ein Kugelventil oder ein Schieberventil, solange gewährleistet ist, dass ein solches, gemeinsam mit der Trommel 116 umlaufendes Verschlusselement die Trommel an der Einführöffnung 126 dicht verschließt und im Öffnungszustand ein Eindringen des Füllrohres 125 ohne Reibschluss gestattet.

Im Betrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge zunächst die in Fig. 3 gezeichnete Stellung ein. Die verschiebbare Welle 115 ist in die Hohlwelle 113 zurückgezogen, wodurch der mit der Welle 115 verbundene Trommelboden 122 in der Nähe der geschlossenen Stirnwand 117 der Schleudertrommel 116 liegt. Der Schleuderraumdeckel 124 hat sich dabei dicht auf den Öffnungsrand 121 der Trommel 116 aufgelegt. Bei rotierender Trommel 116 und geöffnetem Quetschventil 128 wird über das durch das geöffnete

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Quetschventil 128 hindurchgeschobene Einfüllrohr 125 zu filtrierende Suspension eingeführt. Nach Zurückziehung des Füllrohrs 125 wird das Quetschventil 128 geschlossen (Fig. 4) und die Trommel 116 gegebenenfalls in raschere Rotation versetzt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension treten durch das Filtermedium 118 der Trommel hindurch und werden von einem Prallblech 131 abgeleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden vom Filtermedium 118 aufgehalten.

Während dieses Vorganges kann über eine in der Welle 115 ausgebildete Leitung 132 ein Überdruck im Innern der Trommel 116 erzeugt werden. Bedarfsweise ist auch die Ausbildung von Unterdruck im Trommelinnern über diese Leitung 132 möglich. In anderen Fällen kann die Veränderung des Innendrucks in der Trommel 116 auch unterbleiben. Dennoch kann es wichtig sein, die Einführöffnung 126 durch das Quetschventil 128 oder ein anderes Verschlusselement dicht zu verschließen.

Nach Beendigung des Filtriervorganges wird bei weiterhin rotierender Schleudertrommel 116 und nunmehr geöffnetem Quetschventil 128 (sowie gegebenenfalls abgeschalteter Druck- oder Unterdruckquelle) die Welle 115 nach links verschoben, wodurch sich der Trommelboden 122 zur offenen Stirnseite 120 bewegt und den Filterkuchen nach auswärts in das Gehäuse 111 transportiert. Von da aus können die Feststoffteilchen des Filterkuchens leicht abgefördert werden. In dieser Stellung der Trommel 116 dringt das Füllrohr 125 durch das jetzt geöffnete Quetschventil 128 reibungsfrei in die Bohrung 130 der Welle 115 ein.

Nach beendetem Abwurf der Feststoffteilchen unter dem Einfluss der Zentrifugalkraft wird die Stülpfilterzentrifuge durch Zurückschieben der Welle 115 wieder in ihre Betriebsstellung entsprechend Fig. 3 gebracht. Auf diese Weise ist ein Betrieb der Zentrifuge 110 mit ständig rotierender Schleudertrommel 116

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

möglich und die Druckverhältnisse in der Trommel 116 können beliebig eingestellt werden.

Die Fig. 5 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform einer Stülpfilterzentrifuge 110. In Fig. 5 sind einander entsprechende Teile mit den gleichen Bezugszeichen wie in Fig. 3 bezeichnet. Im Unterschied zu Fig. 3 ist bei der Ausführungsform nach Fig. 5 die Welle 115 ebenfalls als Hohlwelle ausgebildet. In einer Innenbohrung 134 dieser Hohlwelle 115 ist ein kolbenstangenförmiges Verschlusselement 135 in das Innere der Trommel 116 hinein derart verschieblich, dass es die Einführöffnung 126 von der Innenseite der Trommel her dicht verschließt. Im Verschlusselement 135 ist eine Leitung 133 ausgebildet, mit deren Hilfe im Innern der Trommel 116 ein Unter- oder Überdruck erzeugt werden kann. Das Verschlusselement 135 kann hydraulisch oder pneumatisch in an sich bekannter Weise betätigt werden. Zur Herstellung eines druckdichten Verschlusses weist das an der Innenseite des Schleuderraumdeckels 124 anliegende Ende des Verschlusselements 135 eine Dichtung 136 auf.

Wie dargestellt, ist das Verschlusselement 135 an seinem freien Vorderende als Hülse 137 ausgebildet, in deren Innenraum das in die Trommel 116 hinein vorstehende Ende des Füllrohrs 125 eindringen kann.

Die Ausführungsform einer Stülpfilterzentrifuge 110 nach Fig. 5 arbeitet in der gleichen Weise wie zuvor anhand der Ausführungsform gemäß Fig. 3 beschrieben. Im Gegensatz zu Fig. 3 braucht bei der Ausführungsform nach Fig. 5 jedoch das Füllrohr 125 nicht hin- und herverschoben zu werden, sondern kann insoweit starr mit dem Maschinengestell 112 verbunden sein. Beim Befüllen der Trommel mit Suspension ist das Verschlusselement 135 (in Fig. 5 nach rechts) zurückgezogen, so dass die Öffnung des Einfüllrohrs 125 freiliegt. Während der Druckbeaufschla-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

gung des Trommelinneren über die Leitung 133 nimmt das Verschlusselement 137 die in Fig. 5 dargestellte Stellung ein.

Eine gegenüber der im Zusammenhang mit den Fig. 3 bis 5 erläuterten Lösung völlig abweichende Lösung der Abdichtung des Deckels gegenüber dem Füllrohr ist in Figur 6 dargestellt. Dort ist das Füllrohr 125 in einem stationären, fest mit dem Gehäuse 111 verbundenen, jedoch außerhalb dieses Gehäuses gelegenen Lagerblock 140 mit Hilfe von Drehlagern 141 freitragend und um seine Längsachse drehbar gelagert. Über einen vorzugsweise als Elektromotor ausgebildeten Antriebsmotor 142, einen Riemen 143 und eine drehfest auf dem Füllrohr 125 sitzende Riemenscheibe 144 kann das Füllrohr 125 um seine Längsachse, die mit der Drehachse der Trommel 116 fluchtet, in Rotation versetzt werden.

Übliche Wellendichtungen 145 dichten die Außenseite des Füllrohrs 125 im Lagerblock 140 ab. Der Lagerblock 140 weist eine mit einer Rohrleitung verbindbare Einlassöffnung 146 auf, über welche zu filtrierende Suspension eingeleitet werden kann. Aus der Einlassöffnung 146 gelangt die Suspension unmittelbar in das Füllrohr 125 und von da in die Trommel 116.

Wie am besten aus der vergrößerten Darstellung der Figur 7 ersichtlich, ist in den Deckel 124 der Trommel 116 zentral und koaxial zur Drehachse der Trommel in eine Einfüllöffnung 126 eine Buchse 147 fest eingesetzt, die zusammen mit der Trommel umläuft. In der Nähe des freien Endes des Einfüllrohres 125 ist innerhalb einer flachen Aussparung des Rohrendes eine ringförmig geschlossene, elastische Membran 148 angeordnet. Über eine in der Wand des Füllrohres 125 verlaufende Leitung 149 kann zwischen die Membran und die im Bereich der Membran 148 gelegene Außenwand des Füllrohres 125 ein pneumatisches oder hydraulisches Druckmedium eingeführt werden. Unter dem Druck des Me-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

diums stülpt sich die Membran 148 radial nach außen und legt sich ringsum an die Innenwand der Buchse 147 an, so dass zwischen Füllrohr 125 und Deckel 124 der Trommel 116 eine vollkommene druckfeste Abdichtung entsteht. Wie aus Figur 6 ersichtlich, mündet die Leitung 149 in eine ringförmige Ausnehmung 150 des Lagerblocks 140, in die über einen Kanal 151 das erwähnte Druckmedium für die Membran 148 eingeleitet werden kann.

In Figur 6 ist die Membran 148 im ausgestülpten Zustand dargestellt, in welchem sie gegen die Buchse 147 abdichtet. Die Figur 7 zeigt oben den gleichen Zustand der Membran 148. In Figur 7 unten ist die Membran in ihrem entspannten drucklosen Zustand gezeigt, in welchem sie aufgrund ihrer Elastizität glatt in die erwähnte Aussparung am Ende des Rohres 125 zurückgezogen ist, so dass zwischen der Hülse 147 und der Membran 148 ringsum ein Abstand verbleibt, der es gestattet, den Deckel 124 frei über das Füllrohr 125 zu verschieben.

Die in Fig. 8 dargestellte Stülpfilterzentrifuge 160 umfasst ein schematisch angedeutetes, die gesamte Maschine dicht umschließendes Gehäuse 161, in dem auf einem stationären Maschinengestell 162 eine Hohlwelle 163 in Lagern 164, 165 drehbar gelagert ist. Mit dem über das Lager 165 hinausragenden Ende der Hohlwelle 163 ist ein Antriebsrad 166 drehfest verbunden, über welches die Hohlwelle 163 mittels eines Keilriemens von einem Elektro- oder anderen Motor 167 in raschen Umlauf versetzbar ist.

Die zwischen den Lagern 164, 165 starr durchgehende Hohlwelle 163 weist eine gestrichelt angedeutete, axial verlaufende Keilnut auf, in welcher ein Keilstück 168 axial verschieblich ist. Dieses Keilstück 168 ist starr mit einer im Inneren der Hohlwelle 163 verschiebbaren Trägerwelle 169 verbunden. Die Trägerwelle 169 läuft daher gemeinsam mit der Hohlwelle 163 um, ist jedoch in dieser axial verschieblich.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Auf dem in Figur 8 links gelegenen, über das Lager 164 hinausragenden Ende der Hohlwelle 163 ist drehfest an der geschlossene Stirnwand 170 einer topfförmigen Schleudertrommel 171 angeflanscht. An ihrem zylindrischen Mantel weist die Trommel 171 ein Filtermedium 172 auf. An ihrer der geschlossenen Stirnwand 170 gegenüber liegenden Stirnseite 173 ist die Trommel 171 offen.

Die die geschlossene Stirnwand 170 der Trommel 171 frei durchdringende Trägerwelle 169 trägt einen Trommelboden 174, welcher über Stehbolzen 175 unter Freilassung eines Zwischenraumes starr ein Schleuderraumdeckel 176 befestigt, der in Figur 8 den Schleuderraum der Trommel 171 durch Auflage an deren Öffnungsrand dicht verschließt und gemeinsam mit dem Trommelboden 174 durch axiales Herausschieben der Trägerwelle 169 aus der Hohlwelle 163 frei von der Trommel 171 abgehoben ist.

Die Antriebseinrichtung, welche die Verschiebung der Trägerwelle 169 in der Hohlwelle 163 und damit das Öffnen und Schließen der Schleudertrommel 171 und damit den Übergang zwischen den beiden Betriebszuständen vermittelt, wird im Einzelnen später beschrieben.

Die Abläufe im Betrieb der Zentrifuge 160 sind analog den im Zusammenhang mit den Figuren 1 und 2 beschriebenen.

Wie insbesondere aus Figur 9 hervorgeht, ist an das vom Lager 165 abgestützte Ende der Hohlwelle 163 starr und drehfest eine Buchse 177 nach rückwärts abstehend angeflanscht, die einen axial verlaufenden Schlitz 178 aufweist. Mit dem hinteren Ende der Trägerwelle 169 ist starr eine Mutter 179 mit radial abstehendem Keilstück 180 verbunden, welches in die Keilnut 178 eingreift, so dass das Keilstück 180 eine drehfeste Verbindung zwischen Mutter 179 und Trägerwelle 169 einerseits und Buchse 177 und Hohlwelle 163 andererseits vermittelt, wobei jedoch die

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Mutter 179 und damit die Trägerwelle 169 in der Buchse 177 axial verschieblich sind.

In das Innengewinde der Mutter 179 greift eine mit entsprechendem Außengewinde versehene Schraubspindel 181 ein, die über eine herkömmliche Passfederverbindung 182 drehfest, jedoch axial geringfügig verschieblich mit einer Hülse 183 verbunden ist. Die Hülse 183 ist ihrerseits mit Hilfe von Lagern 184, 185 drehbar in einem an die Buchse 177 fest angeflanschten Endstück 186 gelagert. Auf dem rückwärtigen, über die Hülse 183 vorstehenden Ende der Schraubspindel 181 ist mittels einer Mutter 187 eine Scheibe 188 gehalten. Zwischen der hinteren Stirnseite der Hülse 183 und der Scheibe 188 ist eine Tellerfeder 189 oder dergleichen angeordnet, welche die Schraubspindel 181 relativ zur Hülse 183 (in Figur 9 nach rechts gerichtet) vorspannt, wobei die erwähnte Passfederverbindung 182 zwischen Schraubspindel 181 und Hülse 183 eine geringfügige Axialbewegung ermöglicht.

Auf der Hülse 183 sitzt drehfest eine Riemenscheibe 190, die über Keilriemen mit einem weiteren Elektro- oder anderen Motor 191 (Fig. 8) verbunden ist, der somit die Hülse 183 und damit die mit ihr über die Passfeder 182 drehfest verbundene Schraubspindel 181 drehend antreibt.

Die Tellerfeder 189, welche die Schraubspindel 181 und damit über die Mutter 179 auch die Trägerwelle 169 (in Figur 9 nach rechts) vorspannt, hat den Zweck, bei der Arbeitsphase des Zentrifugierens (Figur 8) den Deckel 176 gegen im Trommelinneren auftretenden hydraulischen Druck in fester Anlage am Öffnungsrand der SchleuderTrommel 171 zu halten. Bei einfacheren Ausführungsformen der Erfindung könnte die Schraubspindel 181 auch unmittelbar, also ohne Zwischenschaltung der Hülse 183, in den Lagern 184 und 185 drehend gelagert sein. In diesem Falle würde die Riemenscheibe 190 direkt auf der Schraubspindel 181 sitzen

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

und die zu dem genannten Zweck eingesetzte Tellerfeder 189 würde entfallen.

Wie weiterhin dargestellt, ist die Buchse 177 mit Hilfe des an sie angeflanschten Endstückes 186 in einem eigenen Drehlager 192 drehend gelagert, welches seinerseits über einen Ständer 193 am Maschinengestell 162 abgestützt ist, so daß die von der Riemenscheibe 190 und dem Motor 191 ausgeübten Antriebskräfte in der Nähe des Lagers 192 aufgefangen werden können.

Wenn die Schraubspindel 181 über die Riemenscheibe 190 und den Motor 191 relativ zur Hohlwelle 163 und der mit ihr verbundenen Buchse 177, in welcher die Schraubspindel 181 drehend gelagert ist, in der einen oder anderen Richtung verdreht wird, verschiebt sich wegen des Eingriffes der Schraubspindel 181 in die Mutter 179 die mit dieser verbundene Trägerwelle 169 in der einen oder anderen Richtung, so dass der mit der Trägerwelle 169 verbundene Deckel 176 die gewünschte Öffnungs- oder Schließbewegung ausführt.

Im Betrieb der Stülpfilterzentrifuge rotieren jedoch die Hohlwelle 163, welche die Schleudertrommel 171 trägt, und die mit ihr starr verbundene Buchse 177 sowie die in der Hohlwelle 163 axial teleskopierende, mit dem Deckel 176 verbundene Trägerwelle 169 ständig in einem bestimmten Drehsinn. Es kommt also beim Öffnen und Schließen des Deckels 176 auf die Relativgeschwindigkeit dieser Teile, also insbesondere der Trägerwelle 169, und der Schraubspindel 181 und vor allem darauf an, ob die Schraubspindel 181 mit kleinerer oder größerer Drehzahl als die Trägerwelle 169 angetrieben wird. Bei gleicher Drehzahl von Trägerwelle 169 und Schraubspindel 181 erfolgt keine Axialverschiebung der Trägerwelle 169 in der Hohlwelle 163. Erst wenn die Drehzahl der Schraubspindel 181 größer als die Drehzahl der Trägerwelle 169 ist, verschiebt diese sich in der Hohlwelle 163 im Sinne einer Öffnung des Deckels 176. Ist hingegen die Dreh-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

zahl der Schraubspindel 181 kleiner als die Drehzahl der Trägerwelle 169 oder wird die Schraubspindel 181 gegenläufig zur Trägerwelle 169 angetrieben, so verschiebt sich die Trägerwelle und mit ihr der Deckel 176 im entgegengesetzten Sinne, so dass der Deckel 176 die Schleudertrommel 171 verschließt. Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung rotieren Trägerwelle 169 und Schraubspindel 181 stets (mit Ausnahme beim Öffnen und Schließen der Trommel) in gleichem Drehsinn.

Somit ist also der bisher für das Öffnen und Schließen der Schleudertrommel erforderliche hydraulische Antrieb durch einen einfachen mechanischen Antrieb ersetzt, welcher die auf Leckage beruhenden Nachteile des hydraulischen Antriebs nicht mehr hat. Dies ist aber nicht der einzige Vorteil des beschriebenen mechanischen Schraubspindelantriebs. Im Gegensatz zum hydraulischen Antrieb, bei welchem die Trägerwelle 169 über einen am rückwärtigen Ende der Hohlwelle 163 angeflanschten Hydraulikzylinder verschoben wird, verlaufen die beim Öffnen und Schließen sowie beim Zuhalten der Trommel benötigten Kräfte nicht über die Hauptdrehlager 164, 165, sondern werden intern vom Schraubspindelantrieb aufgefangen.

Da sich Trägerwelle 169 und Schraubspindel 181 bei der dargestellten Ausführungsform gleichzeitig und gleichsinnig drehen und es bei Auslösen einer Axialverschiebung der Trägerwelle 169 in der Hohlwelle 163 lediglich auf die Differenzdrehzahl zwischen diesen Teilen 169 und 181 im positiven und negativen Sinne ankommt, wird auch bei relativ großer absoluter Drehzahl der Schraubspindel 181 nur ein relativ kleiner Axialhub der Trägerwelle 169 bewirkt. Die Schraubspindel 181 verhält sich also insoweit wie eine Schraube mit sehr geringer Steigung (Feingewinde), was wiederum bedeutet, dass für ihren Antrieb nur geringe Kräfte erforderlich sind, und also der die Schraubspindel 181 antreibende Motor 191 verhältnismäßig schwach aus-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

gebildet werden kann, und zwar auch dann, wenn Trägerwelle 169 und Schraubspindel 181 gegenläufig angetrieben werden.

Am Ende der jeweiligen Hubbewegung "Öffnen" oder "Schließen" der Schleudertrommel, oder auch bei Schwergängigkeit der Hubbewegung verändert sich die Differenzdrehzahl zwischen Hohlwelle 163 und Trägerwelle 169 einerseits und Schraubspindel 181 andererseits gegen Null, so daß schließlich eine synchrone Drehung dieser Teile stattfindet. Dabei tritt automatisch eine Krafterhöhung auf, die insbesondere nach Erreichen des Schließzustandes der Schleudertrommel bewirkt, dass der Schleuderraumdeckel 176 fest gegen den Öffnungsrand der Schleudertrommel 171 gepresst wird, auch wenn der die Schraubspindel 181 antreibende Motor 191 verhältnismäßig schwach ist.

Sobald die Schleudertrommel 171 und mit ihr die Trägerwelle 169 rascher als die Schraubspindel 181 zu rotieren versuchen, findet eine selbsttätige Zuhaltung des Schleuderraumdeckels 176 auf der Schleudertrommel 171 statt, und zwar auch bei größeren, im Schleuderraum wirksamen Hydraulikkräften. Die beschriebene Schraubspindel-Verschlussanordnung wirkt also wie eine (mit Feingewinde versehene) Schraubspindel mit Selbsthemmung, die eine zusätzliche Radialverriegelung nicht erfordert. Insbesondere ist im Gegensatz zu einer hydraulischen Verschlussanordnung bei der beschriebenen Schraubspindel-Verschlussanordnung keine zusätzliche Sicherheitseinrichtung, wie beispielsweise ein Fliehkraftregler oder dergleichen, erforderlich, der dafür sorgt, dass ein Öffnen der Schleudertrommel nur unterhalb einer bestimmten Drehzahl der Trommel möglich ist, denn erfindungsgemäß wird der Schleuderraumdeckel 176 von dem beschriebenen Schraubspindelantrieb immer automatisch und fest auf den Öffnungsrand der Schleudertrommel 171 gepresst, solange die Schraubspindel 181 langsamer als die Trägerwelle 169 und die mit ihr verbundenen Teile oder gegenläufig hierzu rotiert.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

In Figur 9 ist der Öffnungszustand der Schleudertrommel dargestellt, bei dem also die Trägerwelle 169 von der Schraubspindel 181 in Figur 9 ganz nach links verschoben ist. Wie dargestellt, weist die Trägerwelle 169 vor der mit ihr verbundenen Mutter 179 einen Hohlraum 194 auf, in den die Schraubspindel 181 eintritt, wenn die Trägerwelle (in Figur 9 nach rechts) im Verlauf der Schließbewegung der Schleudertrommel zurückgeholt wird, wobei sich die Mutter 179 in der eine rückwärtige Verlängerung der Hohlwelle 163 bildenden Buchse 177 entsprechend verschiebt.

Bei einer nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann die Schraubspindel eine Spindel ohne Selbsthemmung sein, was beispielsweise durch eine herkömmliche Kugelumlaufspindel realisiert werden kann. In diesem Fall wird die für das sichere Zuhalten der Schleudertrommel 171 erforderliche Zuhaltkraft durch den ständig eingeschalteten Motor 191 aufgebracht, der die Schraubspindel 181 mit kleinerer Drehzahl antreibt als der Elektromotor 167 die Hohlwelle 163 und damit die Trägerwelle 169. Es ist auch möglich, auf den Motor 191 oder auf einen entsprechenden Abschnitt der Schraubspindel 181 eine separate, zuschaltbare Bremse einwirken zu lassen. So kann insbesondere dann, wenn der Motor 191 ein frequenz geregelter Elektromotor ist, dieser Motor selbst als Bremse dienen.

Normalerweise leitet der Motor 191 die Öffnungsbewegung der Schleudertrommel 171 erst dann ein, wenn er die Schraubspindel 181 mit größerer Drehzahl antreibt als die Schleuderraumtrommel und mit ihr die Trägerwelle 169 umlaufen. Wenn also während der Arbeitsphase des Zentrifugierens (Figur 8) der Motor 191 mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben wird, bewirkt er so lange eine feste Zuhaltung der Trommel, als deren Geschwindigkeit größer als die Umlaufgeschwindigkeit der Schraubspindel 181 ist. Erst wenn beim Übergang in die Arbeitsphase des Feststoffabwurfs die Drehzahl der Schleudertrommel 171 unter die

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Drehzahl der Schraubspindel 181 sinkt, findet die Öffnungsbewegung der Schleudertrommel statt.

Es ist ferner auch möglich, den die Schraubspindel 181 antreibenden Motor 191 nach Erreichen des Schließ- oder Öffnungszustandes der Trommel jeweils ganz abzuschalten. Wegen der Selbsthemmung der Schraubspindel 181 in der Mutter 179 wird die Schraubspindel 181 und mit ihr der Motor 191 dann von der durch den Motor 167 angetriebenen Hohlwelle 163 im Leerlauf mitgenommen.

Die Figur 10 zeigt eine weiterhin abgewandelte Ausführungsform der Erfindung. In Figur 10 sind einander entsprechende Teile mit den gleichen Bezugszeichen wie in Figur 8 und 9 bezeichnet. Während bei der Ausführungsform nach Figur 9 die Schraubspindel 181 über die Riemenscheibe 190 und den Motor 191 rotierend angetrieben wird, um die Trägerwelle 169 in der Hohlwelle 163 zu verschieben, ist bei der Ausführungsform nach Figur 10 die Schraubspindel 181 drehfest mit der Trägerwelle 169 verbunden, und die als Mutter ausgebildete Hülse 183 weist ein Innengewinde auf, das mit dem Außengewinde der Schraubspindel 181 in Eingriff ist. Die Hülse 183 ist axial unverschieblich im Endstück 186 gelagert und wird über die Riemenscheibe 190 und den Motor 191 in Umlauf versetzt, so dass die Schraubspindel 181 und mit ihr die Trägerwelle 169 axial hin- und herverschieben werden, wodurch sich der Schleuderraumdeckel 176 in der bereits beschriebenen Weise öffnet oder schließt.

Wie in Figur 10 dargestellt, ist die Schraubspindel 181 über eine Passfeder 182 axial gleitverschieblich in einem Teil 195 gelagert, das seinerseits fest mit der Trägerwelle 169 verbunden ist. Auf diese Weise ist die Schraubspindel 181 drehfest mit der Trägerwelle 169 verbunden, kann sich jedoch relativ zu dieser über ein begrenztes Wegstück hinweg axial verschieben. Im Inneren der Trägerwelle 169 ist durch die Mutter 196 die

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Scheibe 197 gehalten, an der sich das eine Ende der Tellerfeder 198 abstützt. Das andere Ende der Tellerfeder 198 liegt im Hohlraum 194 der Trägerwelle 169 an einer Innenschulter 199 oder dergleichen an, so dass die Tellerfeder 198 ebenso wie bei der Ausführungsform nach Figur 9 bestrebt ist, die Trägerwelle 169 derart vorzuspannen, dass in der Arbeitsphase des Zentrifugierens (Figur 8) der Schleuderraumdeckel 176 in fester Anlage am Öffnungsrand der Schleudertrommel 171 gehalten ist.

Die Ausführungsform gemäß Figur 10 stellt gegenüber der Ausführungsform gemäß Figur 9 gewissermaßen eine "kinematische Umkehr" dar. Im Hinblick auf ihre Funktion und Vorteile entsprechen beide Ausführungen einander.

Bei einer weiteren (nicht dargestellten) Ausführungsform des erfindungsgemäßen "Schraubverschlusses" von Trommel 171 und Deckel 176 könnte die in Figur 10 als rotierend angetriebene Mutter wirkende Hülse 183 auch zwischen dem stationären Maschinengestell 162 (vgl. Figur 8) und der Trommel 171 angeordnet sein, falls dort die aus der Hohlwelle 163 austretende Trägerwelle 169 mit einem entsprechenden Außengewinde versehen ist, das in Eingriff mit der als Mutter wirkenden Hülse steht. Auch in diesem Falle würde die Hülse über eine Riemenscheibe 190 und einen entsprechend angeordneten Motor 191 angetrieben.

Die in den Figur 11 und 12 ausschnittsweise dargestellte Stülpfilterzentrifuge 200 umfasst ein Gehäuse 201, in dem auf einem stationären Maschinengestell 202 eine Hohlwelle 203 durch ein Wälzlager 204 drehbar gelagert ist. Wenigstens ein weiteres Wälzlager befindet sich auf der in Figur 11 rechts nicht mehr dargestellten Seite des Maschinengestells 202. Die Hohlwelle 203 wird mit Hilfe (ebenfalls nicht dargestellter, in Figur 12 rechts gelegener) Antriebsmittel in Rotation versetzt.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

In der Hohlwelle 203 ist eine Verschiebewelle 205 gleitverschieblich geführt, wobei, z. B. durch eine Keil-Keilnut-Verbindung, dafür Sorge getragen ist, dass die Welle 205 trotz ihrer Verschieblichkeit relativ zur Hohlwelle 203 gleichzeitig mit dieser Hohlwelle umläuft, mit letzterer also drehfest gekoppelt ist. Der Verschiebewelle 205 sind (nicht dargestellte) Antriebsmittel zugeordnet, welche diese Welle bedarfsweise axial hin- oder herbewegen.

An dem in den Figuren 11 und 12 links gelegenen, über das Lager 204 hinausragenden Ende der Hohlwelle 203 ist im Gehäuse 201 drehfest und freitragend eine topfförmige Schleudertrommel 206 angeflanscht, und zwar so, dass eine geschlossene Stirnwand 207, welche die Schleudertrommel 206 an ihrer einen (in Fig. 11 rechten) Stirnseite verschließt, starr mit der Hohlwelle 203 verbunden ist. An ihrer zylindrischen Seitenwand 208 weist die Trommel 206 ein Filtermedium 209 auf. An ihrer der Stirnwand 207 gegenüberliegenden Stirnseite 210 ist die Schleudertrommel 206 offen.

Die Verschiebewelle 205 trägt an ihrem zur Trommel 206 weisenden Ende einen im Inneren der Trommel angeordneten Trommelboden 212, welcher über Stehbolzen 213 unter Freilassung eines Abstandes starr mit einem Trommeldeckel 214 verbunden ist, der in Figur 11 den Innenraum der Trommel 206 durch Auflage an deren Öffnungsrand 211 dicht verschließt und in Figur 12 gemeinsam mit dem Trommelboden 212 durch axiales Herausschieben der Verschiebewelle 205 aus der Hohlwelle 203 von der Schleudertrommel 206 abgehoben ist.

An der in Figur 11 und 12 links gelegenen Vorderseite der Stülpfilterzentrifuge ist ein Füllrohr 215 starr am Gehäuse 201 angeordnet, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den In-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

nenraum der Schleudertrommel 206 dient (Figur 11) und bei dem in Figur 12 dargestellten Betriebszustand der Stülpfilterzentrifuge in eine Bohrung 216 der verschiebbaren Welle 205 eindringt.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, ist das Gehäuse 201 hinter der Schleudertrommel 206 dicht mit dem Maschinengestell 202 verbunden. Weiterhin dichtet eine vor dem Wälzlager 204 angeordnete Ringdichtung 218 das Maschinengestell 202 zur Schleudertrommel 206 hin ab. Auf diese Weise ist das mit dem Innenraum der Schleudertrommel 206 kommunizierende Gehäuse vom Maschinengestell 202 dicht abgetrennt.

Im Betrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge zunächst die in Figur 11 gezeichnete Stellung ein. Die Verschiebewelle 205 ist in die Hohlwelle 203 durch entsprechende Steuerung der ihr zugeordneten Antriebsmittel zurückgezogen, wodurch der mit der Verschiebewelle fest verbundene Trommelboden 212 in der Nähe der geschlossenen Stirnwand 207 der Schleudertrommel 206 liegt. Der Trommeldeckel 214 legt sich dabei dicht auf den Öffnungsrand der Schleudertrommel 206 auf. Bei rasch rotierender Schleudertrommel, beispielsweise mit einer Drehzahl von 2000 U/min, wird über das Füllrohr 215 kontinuierlich zu filtrierende Suspension in den Innenraum der Schleudertrommel 206 eingeführt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension treten durch das Filtermedium 209 hindurch und werden von einer Abschirmung 217 abgeleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden als fest haftender Filterkuchen vom Filtermedium 209 aufgehalten.

Bei langsam rotierender Schleudertrommel 206 (beispielsweise 500 U/min) wird nach Durchführung der Filtration und Unterbrechung der Suspensionszufuhr die Verschiebewelle 205 nach links vorgeschoben (Figur 12), wodurch vom Trommelboden 212 der Filterkuchen aus Feststoffteilchen nach auswärts in das Gehäuse

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

201 transportiert und abgeschleudert wird, von wo er abbefördert wird. Nach beendeter Abschleuderung der Feststoffteilchen wird die Stülpfilterzentrifuge 200 durch Zurückschieben der Verschiebewelle 205 wieder in die Betriebsstellung gemäß Figur 11 gebracht.

Beim Übergang der Stülpfilterzentrifuge von dem Betriebszustand gemäß Figur 11 in denjenigen gemäß Figur 12 dringt, wie aus Figur 12 ersichtlich, die Verschiebewelle 205 in den Innenraum der Schleudertrommel 206 ein. Wenn bei der Filtration sensibler Produkte, beispielsweise Lebensmittel oder Pharmazeutika, der Innenraum der Schleudertrommel 206 sterilisiert und keimfrei gehalten werden muss, können beim Öffnen der Schleudertrommel an der Außenseite der Verschiebewelle 205 haftende Schmutzstoffe, z. B. Schmiermittel, von der Seite des Maschinengestells 202 her in den Schleuderinnenraum gelangen, so dass dieser kontaminiert wird. Es wäre daher nach jedem Öffnen und Wiederschließen der Schleudertrommel eine erneute Sterilisation des Innenraums der Schleudertrommel erforderlich. Umgekehrt können sich auch restliche Bestandteile der Suspension beim Öffnen der Schleudertrommel 206 auf der Außenseite der Verschiebewelle 205 absetzen und von da in die im Maschinengestell 202 gelagerte Hohlwelle 203 gelangen, was zu Störungen, insbesondere mit Bezug auf die Verschieblichkeit der Welle 205 in der Welle 203 führen kann.

Um zu verhindern, dass zwischen dem der Durchführung des Filterverfahrens dienenden Innenraum der Schleudertrommel 206 und dem Maschinengestell 202 ein unerwünschter Stoffübergang in fester, flüssiger oder gasförmiger Form stattfindet, sind diese beiden Räume durch eine Trennwand voneinander getrennt. Bei der Ausführungsform nach Figuren 11 und 12 ist diese Trennwand als eine im Normalzustand scheibenförmige, im wesentlichen kreiszylindrische Faltenmembran 221 ausgebildet, die mit ihrem äußeren

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Rand mit dem Außenrand der Stirnwand 207 verbunden ist. Ein innerer, eine zentrale Öffnung umschließender Rand der Faltenmembran 221 ist in unmittelbarer Nähe des Trommelbodens 212 mit der Verschiebewelle 205 verbunden. Die Faltenmembran weist im (entspannten) Normalzustand gemäß Figur 11, also bei geschlossener Schleudertrommel 206, eine im Wesentlichen ebene Form auf, wobei in der Ebene der Membran konzentrisch zueinander verlaufende Wellungen vorliegen. Beim Öffnen der Schleudertrommel 206, also beim Vorschieben des Trommelbodens 212 durch die Verschiebewelle 205 relativ zur geschlossenen Stirnwand 207 (Fig. 12) dehnt sich die Faltenmembran 221 in eine konische Konfiguration, wobei die Wellungen der Membran gemäß Figur 11 geglättet werden. Die Faltenmembran 221 besteht aus einem flexiblen, elastisch dehn- und spannbaren Material, beispielsweise Gummi.

Wie insbesondere aus Figur 12 ersichtlich ist, stellt die Faltenmembran 221 eine abdichtende Trennwand zwischen der den Trommelboden 212 tragenden Verschiebewelle 205 und dem die Suspension aufnehmenden Innenraum der Schleudertrommel her, so dass dieser Innenraum der Trommel von der Seite des Maschinengestells 202 so abgetrennt ist, dass ein Stoffaustausch ausgeschlossen ist.

Die in Figur 13 und 14 dargestellte Stülpfilterzentrifuge unterscheidet sich von der Stülpfilterzentrifuge gemäß Figur 11 und 12 nur dadurch, dass als Trennwand in Figur 13 und 14 ein üblicher Faltenbalg 222 vorgesehen ist, dessen eine Seite mit der geschlossenen Stirnwand 207 und dessen andere Seite mit dem Trommelboden 212 verbunden ist, wobei dieser Trommelboden 212 eine entsprechende Ausstülpung 223 zur Aufnahme des zusammengesetzten Faltenbalgs aufweist (Figur 13). Im geöffneten Zustand der Schleudertrommel 206 (Figur 14) trennt der gedehnte Faltenbalg 222 den Innenraum der Schleudertrommel 206 von der

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Verschiebewelle 205 in der gleichen Weise wie die Faltenmembran 221 in Figur 11 und 12.

Der in Form der Faltenmembran 221 oder des Faltenbalgs 222 ausgebildeten Trennwand kann eine Differenzdrucküberwachungseinrichtung zugeordnet werden, welche die Trennwand auf Undichtigkeiten überwacht. Wie auf der Zeichnung dargestellt, wird mit Hilfe einer Pumpe 224 in einem geschlossenen Raum 225 ein Über- oder Unterdruck P_1 erzeugt. Der Raum 225 ist, wie insbesondere die Figuren 12 und 14 zeigen, über eine Leitung 226 mit der dem Maschinengestell 202 und der Verschiebewelle 205 zugekehrten Seite der Trennwand (Faltenmembran 221 bzw. Faltenbalg 222) verbunden, so dass in diesem Raum ebenfalls der Druck P_1 herrscht. Auf der gegenüberliegenden Seite der Trennwand, die dem Innenraum der Schleudertrommel 206 zugekehrt ist, herrscht der Druck P_2 , beispielsweise Atmosphärendruck. Ein Messinstrument 227 dient der Überwachung der Druckdifferenz $P_2 - P_1$. Sobald der Messwert von einem vorgegebenen Wert abweicht, wird ein Signal ausgelöst und/oder der Betrieb der Stülpfilterzentrifuge eingestellt, weil diese Abweichung des Differenzdrucks auf eine Undichtigkeit der Trennwand (Faltenmembran 221, Faltenbalg 222) schließen lässt.

Bei den beschriebenen Ausführungsformen ist die als Trennwand wirkende Faltenmembran 221 und der dem gleichen Zweck dienende Faltenbalg 222 als flexibles, dehnbares Element ausgebildet. Eine Dehnbarkeit ist nicht unbedingt erforderlich, beispielsweise dann, wenn die Trennwand als flexibles, undehnbares Tuch ausgebildet ist, welches sich im geschlossenen Zustand der Trommel zusammenlegt oder zusammenfaltet.

Die Wellungen oder Faltungen in der Faltenmembran 221 oder einem Faltenbalg 222 können auch weggelassen werden. Diese Elemente können also glatt ausgebildet werden, wenn sich die er-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

forderliche Dehnbarkeit allein aus den elastischen Eigenschaften des Materials ergibt, aus dem das Element besteht. Statt einer Faltenmembran kann also insbesondere auch eine im Ruhezustand mehr oder weniger ebene Flachmembran verwendet werden.

Die in Fig. 15 dargestellte Stülpfilterzentrifuge 230 zur Verarbeitung chemischer Substanzen unterschiedlichen Gewichts umfasst in an sich bekannter Weise eine in einem Maschinengehäuse 232 mittels einer Welle 233 drehbar gelagerte Trommel 234, die von einem Motor 235 antreibbar und durch einen axial verschieblichen Deckel 236 verschließbar ist. Mit dem Deckel 236 ist über Streben 237 ein Trommelboden 238 starr verbunden, der sich also zusammen mit dem Deckel 236 verschiebt. Die zylindrische Wand der Trommel 234 wird großflächig von einem Filtermedium 239 gebildet. Das Gehäuse 232 besteht aus einem vorderen Teil 232a und einem hinteren Teil 232b.

In der dargestellten Betriebsstellung der Zentrifuge 230 wird über ein Füllrohr 240 zu filtrierende Substanz, nämlich eine aus Feststoffen und Flüssigkeiten bestehende Suspension in die Trommel 234 eingefüllt. Aufgrund der Rotation der Trommel und des Filtermediums 239 sammelt sich der Feststoff auf der Innenseite des Filtermediums in Form eines sogenannten Kuchens an, während die Flüssigkeit nach Durchdringung des Filtermediums 239 auf die Außenseite der Trommel 234 gelangt und durch einen Filtratablauf 231 aufgesammelt wird. Um nach abgeschlossener Filtrierung den Kuchen vom Filtermedium 239 abzulösen, wird der Deckel 236 und mit ihm der Trommelboden 238 in der Figur 15 nach links verschoben, wodurch der Kuchen in den vorderen Teil 232a des Gehäuses 232 gelangt und abgeschleudert wird und in einen abnehmbar angeordneten Behälter 242 fällt. Nach dem Abschleudern des Kuchens wird der Deckel 236 wieder geschlossen, so dass die anfängliche Betriebsstellung wieder erreicht ist und über das Füllrohr 240 erneut zu filtrierende Suspension in die Trommel 234 eingebracht werden kann.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die beschriebene Anordnung einschließlich Gehäuse 232, Trommel 234 und Antriebsmotor 235 ist in sich starr und um eine horizontale Achse 243, d. h. in einer vertikalen Ebene schwenkbar gelagert. Die Achse 243 ist ihrerseits auf einem elastischen Pufferelement 244 angeordnet, das seinerseits auf einem ortsfesten, mit dem Erdboden 245 verbundenen Sockel 246 aufruhrt. Das elastische Pufferelement 244 kann beispielsweise ein übliches Gummi-Metallelement sein und dient der Absorption und Dämpfung von Schwingungen, welche durch die Rotation der Trommel 234 entstehen können. Die Achse 243 kann auch entfallen, wenn das Pufferelement 244 selbst gleichzeitig eine Verschwenkung der Anordnung in einer vertikalen Ebene zulässt. Zwischen dem Gehäuse 232 und einem weiteren ortsfesten Sockel 247 ist ein auf Zug oder Druck beanspruchtes, an sich bekanntes Kraftmess-Element 248, beispielsweise eine Kraftmessdose angeordnet. Somit wirkt die ganze Anordnung als eine Art Balkenwaage: Durch die in die Trommel 234 über das Füllrohr 240 eingeführte Substanz wird die links von der horizontalen Achse 243 über dem Pufferelement 244 gelegene Seite der Zentrifuge 230 belastet, wodurch das rechts von der Achse 243 gelegene Kraftmess-Element 248 entsprechend beeinflusst wird. Das so gemessene Gewicht kann auf einer nicht dargestellten Skale zur Anzeige gebracht werden.

Um die Gewichtsmessung nicht zu stören, muss der den Kuchen aufnehmende, fest mit dem Erdboden 245 verbundene Behälter 242 über eine leicht biegsame, gasdichte Kopplungseinrichtung 249, beispielsweise in Gestalt eines Faltenbalges, mit dem Gehäuse 232 verbunden sein, so dass sich die linke Seite der Anordnung möglichst frei um die horizontale Achse 243 verschwenken kann.

Die Verarbeitung der eingebrachten chemischen Substanz, also deren Filtrierung, wird unter einem bestimmten Druck (Über- oder Unterdruck) vorgenommen. Zur Erzeugung eines Überdrucks kann ein, z. B. inertes Gas, gegebenenfalls aber auch Luft in

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

den vorderen Teil 232a des Gehäuses 232 eingebracht werden, der durch eine Trennwand 250 vom hinteren Teil 232b des Gehäuses 232 gasdicht abgetrennt ist. Wegen der flexiblen Kopplungseinrichtung 249 zwischen dem beweglichen Gehäuse 232 und dem ortsfesten Behälter 242 entsteht durch den in der Maschine herrschenden Gasdruck im vorderen Teil 232a des Gehäuses 232 eine Störkraft P_1 , welche bei Überdruck nach oben, bei Unterdruck nach unten gerichtet ist und den Wägevorgang verfälscht, da sie dem nach unten gerichteten Gewicht der in die Trommel eingefüllten Substanz entgegenwirkt bzw. dieses Gewicht scheinbar verstärkt. Es ist also zur Erzielung einer genauen Gewichtsmessung erforderlich, die Störkraft P_1 zu kompensieren.

Hierzu ist am Gehäuse 232 der Zentrifuge 230 ein Drucksensor 251 vorgesehen, der den Gasdruck im Inneren der Maschine (Gehäuseteil 232a) abfühlt. Der Kraftmesser 248 der Anordnung ist über eine elektrische Leitung 252 mit einer Gewichtsanzeige 253 verbunden, die einen über eine Skale 254 spielenden Zeiger 255 umfasst. Der Drucksensor 251 ist über eine Leitung 256 ebenfalls mit der Gewichtsanzeige 253 verbunden. Die Gewichtsanzeige 253 enthält eine an sich bekannte elektrische Einrichtung, über welche die Stellung des Zeigers 255 in Abhängigkeit von dem in der Zentrifuge 230 herrschenden Gasdruck entsprechend korrigiert wird, so dass der Zeiger 255 jeweils das wahre Gewicht der in die Maschine eingegebenen, chemischen Substanz oder den Entfeuchtungsgrad eines Filterkuchens anzeigt. Auch mit der Anordnung nach Fig. 15 können schwankende Gasdrücke in der Zentrifuge 230 jederzeit rasch kompensiert werden.

Eine weitere Leitung 257 verbindet in herkömmlicher Weise die Gewichtsanzeige 253 mit einem das Füllrohr 240 steuernden Ventil 258, so dass bei Erreichen eines bestimmten Füllgewichtes das Ventil 258 geschlossen und somit der Zustrom weiterer Substanz in die Trommel 234 verhindert werden kann.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die in den Figuren 16 und 17 dargestellte Stülpfilterzentrifuge 260 umfasst ein schematisch angedeutetes, den (in den Figuren jeweils rechts gelegenen nicht sichtbaren) Antriebsteil der Zentrifuge umschließendes Maschinengehäuse 261, in dem auf einem stationären Maschinengestell 262 eine Hohlwelle 263 in Lagern 264, 265 drehbar abgestützt ist. Die Hohlwelle 263 kann über einen (nicht dargestellten) Motor in raschen Umlauf versetzt werden. Die Hohlwelle 263 erstreckt sich über eine das Maschinengehäuse 261 an dessen Vorderseite abschließende Trennwand 266 hinaus und weist eine (ebenfalls nicht dargestellte) axial verlaufende Keilnut auf, in welcher ein Keilstück 269 axial verschieblich ist. Dieses Keilstück ist starr mit einer im Innern der Hohlwelle 263 verschiebbaren Welle 270 verbunden. Die Welle 270 läuft daher gemeinsam mit der Hohlwelle 263 um, ist jedoch in dieser axial verschieblich.

An dem über die Trennwand 266 hinausragenden Ende der Hohlwelle 263 ist eine topfförmige Schleudertrommel 271 mit ihrer geschlossenen Stirnwand 272 drehfest angeflanscht. An ihrer kreiszylindrischen Seitenwand weist die Schleudertrommel 271 ein großflächiges Filtermedium 273 auf. An ihrer der Stirnwand 272 gegenüberliegenden Stirnseite ist die Schleudertrommel 271 offen.

Die Welle 270 trägt an ihrem zur Trommel 271 weisenden Ende, welches die Trennwand 266 und die geschlossene Stirnwand der Trommel 271 frei durchsetzt im Inneren der Trommel 271 einen Trommelboden 274, welcher über Stehbolzen 275 unter Freilassung eines Zwischenraums starr ein Schleuderraumdeckel 276 trägt, der in Fig. 16 den Innenraum der Schleudertrommel 271 durch Auflage an deren Öffnungsrand 277 dicht verschließt.

An das Maschinengehäuse 261 schließen im Bereich der Schleudertrommel 271 zwei Gehäuseräume 278 und 279 an, die in der Nähe des Öffnungsrandes 277 der Schleudertrommel 271 durch eine

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Ringwand 280 voneinander abgetrennt sind. Der erste Gehäuseraum 278 dient der Abführung eines Filtrats, welches das Filtermedium 273 der Schleudertrommel 271 durchdrungen hat, und weist zu diesem Zwecke eine Auslassöffnung 267 auf. Über eine Auslassöffnung 268 des zweiten Gehäuseraums 279 kann nach dem Ausfahren des Trommelbodens 274 ein auf dem Filtermedium abgelagerter Filterkuchen abgeführt werden.

An der (auf der Zeichnung links gelegenen) Vorderseite der Stülpfilterzentrifuge ist ein starres, gegebenenfalls abnehmbares Füllrohr 281 angeordnet, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den Innenraum der Schleudertrommel 271 dient (Fig. 16).

Im Schleuderbetrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge 260 die in Fig. 16 gezeichnete Stellung ein. Die verschiebbare Welle 270 ist in die Hohlwelle 263 zurückgezogen, wodurch der mit der Welle 270 verbundene Trommelboden 274 in der Nähe der Stirnwand 272 der Schleudertrommel 271 liegt. Der Schleuderraumdeckel 276 hat sich dabei dicht auf den Öffnungsrand 277 der Schleudertrommel 271 aufgelegt. Bei rotierender Schleudertrommel 271 wird über das Füllrohr 281 kontinuierlich zu filtrierende Suspension eingeführt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension treten als Filtrat durch das Filtermedium 273 hindurch in den ersten Gehäuseraum 278 ein und werden dort von einem Prallblech 282 in eine mit der Auslassöffnung 267 verbundene Abführleitung 283 geleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden in Form eines Filterkuchens vom Filtermedium 273 zurückgehalten.

Der Gehäuseraum 278 ist von einem selbständigen, in sich starren, ringförmigen, vorzugsweise etwa kreisförmigen Gehäuseteil 284 ("Filtratgehäuseteil") umschlossen, dessen einer Öffnungsrand unter Zwischenschaltung einer (nicht dargestellten) Dichtung an der Trennwand 266 des Maschinengehäuses 261 anliegt, während der von der Stirnwand 280 gebildete, andere Öffnungs-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

rand ebenfalls unter Zwischenschaltung einer (nicht dargestellten) Dichtung an die Außenseite der Öffnungsrandes 277 der Schleudertrommel 271 angrenzt. An der Unterseite des ersten Gehäuseteils 284 ist die Auslassöffnung 267 ausgebildet, die wiederum unter Zwischenschaltung von (nicht dargestellten) Dichtungen abgedichtet mit der Abführleitung 283 in Verbindung steht. Wie aus Fig. 17 ersichtlich, ist das Gehäuseteil 284 um eine vertikale Achse 285 schwenkbar, so dass es aus einem geschlossenen Zustand, in welchem es die Schleudertrommel 271 umschließt, in einen geöffneten Zustand überführt werden kann.

Fig. 17 zeigt den teilweise geöffneten Zustand der Zentrifuge 260. Das Gehäuseteil 284 kann noch weiter von der Schleudertrommel 271 weggeschwenkt werden, so dass diese - von dem Gehäuseteil 284 völlig unbehindert - beispielsweise zum Zwecke einer Reinigung zugänglich ist. Dasselbe gilt natürlich auch für das Gehäuseteil 278 selbst. Wie in Fig. 17 dargestellt, wird die Drehachse 285 von Vorsprüngen 286, 287 scharnierähnlich aufgenommen, die am Gehäuseteil 284 bzw. am Maschinengehäuse 261 (Trennwand 266) starr angeordnet sind.

Ebenso wie der erste Gehäuseraum 278 ist auch der sich an ihn anschließende zweite Gehäuseraum 279 von einem in sich starren, topfförmigen, im wesentlichen zylindrischen Gehäuseteil 288 ("Feststoffgehäuseteil") umschlossen. Das Gehäuseteil 288 weist eine geschlossene Stirnwand 289 mit Durchtrittsöffnung für das Füllrohr 281 auf sowie einen der Stirnwand gegenüberliegenden Öffnungsrand, der abgedichtet am ersten Gehäuseteil 284 anliegt. Ebenso wie das erste Gehäuseteil 284 ist auch das zweite Gehäuseteil 288 um eine vertikale Achse 290 (Fig. 17) schwenkbar, die durch Vorsprünge 291, 292 am Gehäuseteil 288 bzw. am Maschinengehäuse 261 (Trennwand 266) verläuft. Auch das Gehäuseteil 288 kann über die in Fig. 17 dargestellte Öffnungsstellung hinaus weiterverschwenkt werden, so dass ein völlig unbehinderter Zugang zu Schleudertrommel 271 und Gehäuseteil 288

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

ermöglicht ist. Das Gehäuseteil 288 weist an seiner Unterseite die Auslassöffnung 268 auf, die (in nicht dargestellter Weise) abgedichtet mit der Abführleitung 293 verbunden ist.

Es ist auch möglich, lediglich das zweite Gehäuseteil 288 in den geöffneten Zustand zu verbringen, das erste Gehäuseteil 284 aber im geschlossenen Zustand zu belassen. In diesem Fall ist beispielsweise eine Reinigung des Gehäuseteils 288 (von Feststoff) möglich oder es können das Filtermedium 273 und/oder die Dichtungen an der Schleudertrommel 271 oder am Trommelboden 274 gewechselt werden.

Die Abdichtung der Auslassöffnungen 267, 268 an den Gehäuseteilen 284, 288 erfolgt so, dass die Verschwenkung der Gehäuseteile 284, 288 nicht behindert wird, beispielsweise durch gleitfähige Dichtungen.

Die Überführung der Gehäuseteile 284, 288 aus dem geschlossenen in den geöffneten Zustand (Fig. 17) erfolgt vorzugsweise bei geschlossenem Schleuderraumdeckel 276, der erst dann von der Schleudertrommel 271 abgehoben wird, wenn die Gehäuseteile 284, 288 entsprechend weit abgeschwenkt sind. Grundsätzlich können die Gehäuseteile 284, 288 jedoch auch so bemessen werden, dass ihre Überführung aus dem geschlossenen in den geöffneten Zustand auch bei abgehobenem Schleuderraumdeckel 276 möglich ist.

Bei der dargestellten Ausbildung der Gehäuseteile 284, 288 wird zuerst das zweite Gehäuseteil 288 und danach das erste Gehäuseteil 284 aus dem geschlossenen in den geöffneten Zustand überführt. Umgekehrt wird zunächst das erste Gehäuseteil 284 in dichte Anlage an das Maschinengehäuse 261 gebracht, worauf das zweite Gehäuseteil 288 durch Verschwenken abgedichtet mit dem ersten Gehäuseteil 284 verbunden wird (Fig. 16). Vor einer Verschwenkung des zweiten Gehäuseteils 288 in Öffnungsstellung

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

wird das zu diesem Zweck abnehmbar ausgebildete Füllrohr 281 entfernt.

Das Füllrohr 281 kann auch fest mit dem zweiten Gehäuseteil 288 verbunden sein, und zwar derart, dass es sich beim Öffnen des Gehäuseteils 288 aus seiner Eintrittsöffnung am Schleuderraumdeckel 276 ablöst und zusammen mit dem Gehäuseteil 288 wegverschwenkt wird. In diesem Fall muss eine mit dem Füllrohr 276 außerhalb des Gehäuseteils 288 verbundene Suspensions-Zuführung vom Füllrohr abgenommen werden, oder diese Zuführung muß flexibel ausgebildet sein.

Wie die Fig. 16 zeigt, sind das Filtratgehäuse 284 und das Feststoffgehäuse 288 durch eine außerhalb der Gehäuse verlaufende "Gaspendelleitung" 294 miteinander verbunden, die im dargestellten Falle ein Absperrventil 295 enthält. Bei bekannten Stülpfilterzentrifugen fehlt dieses Absperrventil 295, so dass beim normalen Arbeiten mit der Zentrifuge bei Auftreten von Druckunterschieden der oben erwähnten Art ein Druckausgleich zwischen Filtratgehäuseteil 284 und Feststoffgehäuseteil 288, und zwar nach beiden Richtungen hin, erfolgen kann. Dabei können wegen des fehlenden Absperrventils 295 natürlich Fremtteilchen von dem einen Gehäuse in das andere Gehäuse gelangen. Deshalb wird bei dem oben beschriebenen Erzeugen eines Überdrucks in einem der Gehäuse 284 oder 288 zwecks Vermeidung eines unerwünschten Fremdstoffübertritts das Absperrventil 295 in der Gaspendelleitung 294 vorgesehen und während der Erzeugung dieses Überdrucks geschlossen gehalten.

Zur Verdeutlichung sind die Verhältnisse in Fig. 18 und 19 noch einmal schematisch und übersichtlich dargestellt. Fig. 18 zeigt entsprechend dem Kreisbereich X in Fig. 16 den Ringspalt 296 zwischen Ringwand 280 und dem Rand der Schleudertrommel 271. Bei den Arbeitsbedingungen gemäß Fig. 16, also bei geschlossener Schleudertrommel 271 wird ein in Richtung des Pfeiles I in

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

den Filtratraum 278 hinein gerichteter Gasstrom erzeugt, wobei als Sperrmedium beispielsweise Luft dienen kann. Wenn umgekehrt der Feststoff von dem vorfahrenden Trommelboden 274 abgeworfen wird, wird eine Strömung gasförmigen Sperrmediums durch den Ringspalt 296 in Richtung des Pfeiles II hervorgerufen. Entsprechendes gilt für einen Ringspalt 296 mit zwei ringförmig die Schleudertrommel 271 umschließenden Dichtstreifen 297, wie in Fig. 19 dargestellt.

Die vorbeschriebenen Probleme lassen sich vermeiden, wenn man im Ringspalt 296 eine Strömung eines Sperrmediums aufbaut. Dabei kann die Strömung des gasförmigen Sperrmediums im Ringspalt 296 in der gewünschten Richtung entweder durch Überdruck oder durch Unterdruck in einem der das Filtratgehäuse bzw. das Feststoffgehäuse bildenden Räume erzeugt werden. Auch Kombinationen von Über- und Unterdruck in diesen Räumen kommen in Frage.

Anstatt das gasförmige Sperrmedium unter Ausbildung eines entsprechenden Druckgefälles entweder in das Filtratgehäuse 278 oder das Feststoffgehäuse 279 einzuleiten, kann es auch direkt dem Ringspalt 296 zugeführt und von da unmittelbar in den betreffenden Gehäuseraum umgelenkt werden. Besonders günstig ist es, wenn man entsprechend Fig. 18A das zugeführte Gas sowohl in das Filtratgehäuse 278 als auch in das Feststoffgehäuse 279 einleitet und hierdurch eine doppelte Abdichtwirkung gegen übertretende Fremdstoffteilchen erzielt. Die Fig. 18A zeigt hierzu schematisch zwei Gaszuführungs-Leitungen 298, 299 in der Trennwand 280. In der Praxis gehen zahlreiche solche Leitungen 298, 299 radial innerhalb der Trennwand 280 z. B. von einer gemeinsamen Ringleitung aus und münden im Ringspalt 296, wo sie die gewünschten Sperrgasströmungen in den Richtungen I bzw. II erzeugen. Die Ringleitung ist mit einer Gasquelle (Pumpe) (nicht dargestellt) verbunden.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Bei der abgewandelten Ausführungsform gemäß Fig. 19A ist statt der beiden Leitungen 298, 299 lediglich eine einzige Leitung 300 in der Trennwand 280 vorgesehen, die wiederum z. B. als radialer Abzweig von einer die Schleudertrommel 271 umschließenden, mit einer Pumpe verbundenen Ringleitung gedacht werden kann. In diesem Falle gehen die beiden Strömungen des Sperrmediums in den Richtungen I und II jeweils von einer einzigen Öffnung nach entgegengesetzten Richtungen hin aus.

Der Ringspalt 296 in Fig. 19A enthält wiederum zwei ringförmige, die Trommel 271 umschließende Dichtstreifen 297, die in der Trennwand 280 befestigt sind. Die Einleitung des Sperrmediums über die Leitung 300 erfolgt zwischen die Dichtstreifen 297. Es ist auch möglich, die Einleitung des gasförmigen Sperrmediums in den Ringspalt 296 entsprechend Fig. 18A und 19A nicht nach beiden Richtungen I und II hinzulenken, sondern je nach dem Arbeitszustand der Stülpfilterzentrifuge entweder nur nach der Richtung I oder nur nach der Richtung II hin.

Man kann die in den Fig. 18A und 19A dargestellten, in die Richtungen I und II fließenden Gasströme entweder durch Überdruck in den Leitungen 298, 299, 300 erzeugen oder auch durch Unterdruck in den jeweiligen, die Strömungen aufnehmenden Räumen, nämlich entweder dem Filtratraum 278 oder dem Feststoffraum 279.

Die in der Fig. 20 dargestellte Stülpfilterzentrifuge 301 umfasst in einem Maschinengehäuse 302 eine drehbar gelagerte Hohlwelle 303, die über einen (nicht dargestellten) Motor in raschen Umlauf versetzt werden kann. Die Hohlwelle 303 erstreckt sich über eine das Maschinengehäuse 302 an dessen Vorderseite abschließende Trennwand 304 hinaus und weist eine (ebenfalls nicht dargestellte) axial verlaufende Keilnut auf, in welcher ein Keilstück 305 axial verschieblich ist. Dieses Keilstück 305 ist starr mit einer im Innern der Hohlwelle 303

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

verschiebbaren Welle 306 verbunden, die somit gemeinsam mit der Hohlwelle 303 umläuft, jedoch in dieser axial verschieblich ist.

An dem über die Trennwand 304 hinausragenden Ende der Hohlwelle 303 ist eine topfförmige Schleudertrommel 307 drehfest angeflanscht. An ihrer kreiszylindrischen Seitenwand weist die Schleudertrommel 307 radial verlaufende Durchlassöffnungen auf. Die Trommel 307 ist einseitig durch eine Stirnwand 308 verschlossen und an ihrer der Stirnwand 308 gegenüberliegenden Stirnseite offen. Im Innern der Trommel 307 ist ein Trommelboden 311 starr mit der verschiebbaren, die Stirnwand 308 freidurchdringenden Welle 306 verbunden.

An dem Trommelboden 311 ist über Stehbolzen 312 unter Freilassung eines Zwischenraums starr ein Schleuderraumdeckel 313 befestigt, der in Fig. 20 den Innenraum der Schleudertrommel 307 dicht verschließt und gemeinsam mit dem Trommelboden 311 durch axiales Herausschieben der Welle 306 aus der Hohlwelle 303 frei von der Schleudertrommel 307 abgehoben ist. Die zylindrische Wand der Trommel 307 wird zu großen Teilen von einem Filtermedium 309 gebildet.

Die geschlossene Schleudertrommel 307 (Fig. 20) läuft in einem bestimmten Abschnitt des Maschinengehäuses 302 um. Flüssigkeit (Filtrat), welches aus der Schleudertrommel 307 herausgepresst wird, gelangt in eine Abführleitung 314, die über einen Faltenbalg 315 flexibel an das Maschinengehäuse 302 angeschlossen ist. Die Abführleitung 314 ist durch ein Absperrventil 316 verschließbar. In einem weiteren Abschnitt des Maschinengehäuses 302, der den ausgefahrenen Schleuderraumdeckel 313 aufnimmt, erfolgt das Austragen und Abschleudern des von der Flüssigkeit abgetrennten Feststoffes. Dieser Abschnitt des Maschinengehäuses 302 ist über einen Faltenbalg 317 flexibel mit einem Feststofftrockner 310 verbunden. Der Feststofftrockner 310 ist

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

durch ein Absperrventil 318 gegenüber dem Maschinengehäuse 302 dicht verschließbar. Bei der dargestellten Ausführungsform ist zwischen Maschinengehäuse 302 und Feststofftrockner 310 (oberhalb des Absperrventils 318) noch ein Desagglomerierer 319 angeordnet, welcher der vorherigen Zerkleinerung des in den Feststofftrockner gelangenden Feststoffes 320 dient. Dieser Desagglomerierer ist nicht unbedingt erforderlich.

Der den abgeschleuderten und gegebenenfalls zerkleinerten Feststoff 320 aufnehmende eigentliche Feststofftrockner 310 umfasst einen Behälter 321, der durch eine z. B. elektrische Heizvorrichtung 322 aufheizbar ist. Die Wärme wird dabei durch Wärmekontakt auf den Feststoff 320 übertragen, wodurch der Feststoff 320 einer Trocknung unterworfen wird.

Der Behälter 321 ist an seiner Unterseite durch eine schwenkbare Klappe 323, welche mit durchgehenden Perforationen 324 versehen ist, verschließbar. Bei geöffneter Klappe 323 gelangt der getrocknete Feststoff 320 in einen weiteren Behälter 325, dessen Auslass durch ein Absperrventil 326 wahlweise dicht verschließbar ist. Mit dem Auslass des Behälters 325 kann ein Produktaufnahmegefäß verbunden werden, in welches bei geöffnetem Absperrventil 326 der fertig getrocknete Feststoff 320 eingefüllt wird. Der Behälter 325 weist einen Einlassstutzen 327 für Trockengas auf, welches durch die Perforationen 324 der Klappe 323 den Feststoff 320 im Behälter 321 durchströmt und über eine Leitung 328 abfließt.

Die Stülpfilterzentrifuge 301 ist weiterhin mit einem Füllrohr 329 versehen, welches zum Zuführen einer in ihre Feststoff- und Flüssigkeitsbestandteile zu zerlegenden Suspension in den Innenraum der Schleudertrommel 307 dient (Fig. 20) und in dem Betriebszustand, in dem der Deckel 313 abgehoben und der Trommelboden 311 ausgefahren ist, in eine Bohrung 331 der verschiebbaren Welle 306 eindringt, wobei die Verschiebung der Welle 306

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

und damit das Öffnen und Schließen der Schleudertrommel 307 über (nicht dargestellte, auf der Zeichnung rechts gelegene) Antriebsmotoren, z. B. hydraulisch, erfolgt.

Im Schleuderbetrieb nimmt die Stülpfilterzentrifuge 301 die in Fig. 20 gezeichnete Stellung ein. Die verschiebbare Welle 306 ist in die Hohlwelle 303 zurückgezogen. Der Schleuderraumdeckel 313 verschließt dabei die offene Stirnseite der Schleudertrommel 307. Bei rasch rotierender Schleudertrommel 307 wird über das Füllrohr 329 kontinuierlich zu filtrierende Suspension eingeführt. Die flüssigen Bestandteile der Suspension treten als Filtrat durch das Filtermedium 309 im Trommelmantel hindurch in das Maschinengehäuse 302 ein und werden dort in die Abführleitung 314 geleitet. Die Feststoffteilchen der Suspension werden in Form eines Filterkuchens vom Filtermedium 309 zurückgehalten.

Bei weiterhin - gewöhnlich langsamer - rotierender Schleudertrommel 307 und nach Abschaltung der Suspensionszufuhr am Füllrohr 329 mit einem Ventil 330 wird nun die Welle 306 (nach links) verschoben, wodurch der Filterkuchen nach auswärts transportiert und abgeschleudert wird. Die Feststoffteilchen gelangen - gegebenenfalls nach Durchtritt durch den Desagglomerierer 319 - bei geöffnetem Absperrventil 318 in den Behälter 321 des Feststofftrockners 310, wo der Feststoff 320 in der bereits oben angedeuteten Weise weiter entfeuchtet und getrocknet wird.

Nach beendetem Abwurf des Feststoffes 320 wird die Stülpfilterzentrifuge 301 durch Zurückschieben der Welle 306 wieder in die Betriebsstellung gemäß Fig. 20 gebracht. Auf diese Weise ist ein Betrieb der Stülpfilterzentrifuge 301 mit ständig rotierender Schleudertrommel 307 möglich.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Die beschriebene Anordnung einschließlich Maschinengehäuse 302 und Schleudertrommel 307 ist in sich starr ausgebildet und um eine horizontale Drehachse 332 schwenkbar gelagert. Die Achse 332 ist ihrerseits auf einem elastischen Pufferelement 333 angeordnet, das seinerseits auf einem ortsfesten, z. B. mit dem Erdboden verbundenen Sockel 334 aufruhrt. Zwischen dem Maschinengehäuse 302 und dem Sockel 334 ist im Abstand von der Drehachse 332 ein Kraftmess-Element 335 angeordnet. Somit wirkt die ganze Anordnung als eine Art Balkenwaage: Durch die in die Schleudertrommel 307 über das Füllrohr 329 eingeführte Substanz wird die links von der Drehachse 332 gelegene Seite der Stülpfilterzentrifuge 301 belastet, wodurch das rechts von der Drehachse 332 gelegene Kraftmess-Element 335, das beispielsweise durch Zug beanspruchbar ist, entsprechend beeinflusst wird. Das auf diese Weise gemessene Gewicht kann für die Kontrolle der Füllmenge der Schleudertrommel 307 ausgenutzt werden. Auch kann das Kraftmess-Element 335 als Sensor für den vorliegenden Entfeuchtungsgrad des Feststoffes ausgenutzt werden, da die abgeschleuderte Flüssigkeit zu einer Gewichtsverringerung führt.

Die oben erwähnten Faltenbalge 315, 317 an Filtratabführleitung 314 und Feststofftrockner 310 verhindern eine Störung der Gewichtsmessung, weil sie die "Balkenwaage" insoweit von den ortsfesten Teilen 314 und 310 entkoppeln. Eine solche Entkopplungseinrichtung - auf der Zeichnung nicht sichtbar - ist natürlich auch am Füllrohr 329 vorgesehen, beispielsweise in Form eines ebenfalls faltenbalgartigen Schlauches, der außerhalb des Maschinengehäuses 301 liegt und einen Teil des Füllrohrs 329 bildet.

Wie dargestellt, ist das Füllrohr 329 mit einer Leitung 341 verbunden, über welche ein Gas in den Innenraum der Schleudertrommel 307 eingeführt werden kann. Das freie Ende des Füllrohrs 329 ist zu diesem Zweck über eine drehbare Dichtung 342 gasdicht in die Schleudertrommel 307 eingeführt. Auf diese

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Weise kann ein unter relativ hohem Druck stehendes Gas in den Innenraum der Schleudertrommel 307 eingeleitet werden, welches zum Durchblasen der noch mit Feuchtigkeit gefüllten Kapillaren des am Filtermedium 309 haftenden Feststoffes (Filterkuchen) dient. Weiterhin kann über die Leitung 341 auch ein auf eine bestimmte Temperatur vorgeheiztes Trockengas in die geschlossene Schleudertrommel 307 eingeführt werden, welches den Filterkuchen durchströmt und den Feststoff trocknet. Das Abgas, welches den Feststoff durchdrungen hat, wird über einen Auslassstutzen 343 und eine Leitung 344 abgeführt. Auf diese Weise kann die rein mechanische Schleudertrocknung mit einer Trocknung durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Gases kombiniert werden. Außerdem ist ein Druckgaspressen des Filterkuchens zum Freiblasen von dessen Kapillaren möglich.

Die Leitung 341, welche ein Absperrventil 345 enthält, ist an ihrem dem Füllrohr 329 gegenüberliegenden Ende mit einer Vorrichtung 346 zur Lieferung der den angegebenen Zwecken dienenden Gase verbunden. Die Vorrichtung 346 enthält (in an sich bekannter und nicht dargestellter Weise) außer einer Gasquelle insbesondere einen Kompressor und Heizeinrichtungen, um das über das Füllrohr 329 zugeführte Gas auf den gewünschten Druck und die gewünschte Temperatur zu bringen. Die Vorrichtung 346 dient gleichzeitig auch der Wiederaufbereitung des über die Leitung 344 zugeführten Abgases. Zu diesem Zweck enthält die Vorrichtung 346 in an sich bekannter Weise insbesondere Entfeuchtungseinrichtungen (Kondensatoren), Filtereinrichtungen, Gaswasch-einrichtungen, Adsorptionseinrichtungen u. dgl. Das aufbereitete Gas wird zirkulierend über die Leitung 341 wieder der Stülpfilterzentrifuge 301 zugeführt.

Über eine mit dem Einlassstutzen 327 am Behälter 325 verbundene Leitung 347, die ein Ventil 348 enthält, kann aus der Vorrichtung 346 Trockengas in den Feststofftrockner 310 eingeleitet werden, wo es den Feststoff 320 durchdringt, trocknet und über

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

die Leitung 328 abgeführt wird. Die Leitung 328 transportiert das mit Feuchtigkeit befrachtete Abgas in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise zur Vorrichtung 346 zurück, wo es wieder aufbereitet und über die Leitung 347 im Kreisgang wieder dem Feststofftrockner 310 zugeführt wird.

Die Leitung 328 enthält im Strömungsweg hinter dem Feststofftrockner 310 ein Filter 351 zur Abscheidung von Schadstoffen. Über eine von der Leitung 341 abgezweigte Leitung 352 mit Ventil 353 kann das Filter 351 rückgespült werden. Während der Rückspülung wird ein in der Leitung 328 vorgesehenes Ventil 354 geschlossen.

Von der Leitung 328, die in der Nähe der Vorrichtung 346 ein weiteres Ventil 355 enthält, zweigt eine Leitung 356 mit Ventil 357 ab, die eine Vakuumpumpe 358 (Saugpumpe) enthält und zur Vorrichtung 346 zurückführt, so dass auch von der Vakuumpumpe 358 abgezogenes Gas dort wiederaufbereitet werden kann. Bei geschlossenen Ventilen 353, 355 und geöffneten Ventilen 354, 357 kann somit im Behälter 321 des Feststofftrockners 310 ein Vakuum (Unterdruck) erzeugt werden, der die Entfeuchtung des Feststoffes 320 im Behälter 321 begünstigt. Normalerweise ist in diesem Falle das Ventil 348 in der Leitung 347 geschlossen. Es kann jedoch günstig sein, das Ventil 348 geringfügig zu öffnen, so dass über die Leitung 347 eine geringe Trockengasmenge eintritt und den Feststoff 320 als sogenanntes "Schleichgas" durchströmt. Dieses Schleichgas dient der besseren Mitnahme und Abführung des im Vakuum entstehenden Dampfes über die Leitung 328.

Mit Hilfe der Vakuumpumpe 358 kann über die Leitung 328 der Feststoff 320 im Behälter 321 auch einer Druckwechselbeanspruchung unterzogen werden, was zu einer Desagglomerierung oder Zerkleinerung des Feststoffes 320 führt. Ursächlich hierfür ist der im agglomerierten Feststoff 320 entstehende Dampfdruck. Für

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

die Durchführung dieser Desagglomerierung durch Druckwechsel werden unter den oben beschriebenen Vakuumbedingungen das Ventil 354 in der Leitung 328 und das Ventil 348 in der Leitung 347 abwechselnd geöffnet und geschlossen. Die Ventile 354 und 348 sind zu diesem Zwecke mit entsprechenden Steuereinrichtungen 361 bzw. 362 verbunden.

Die auf der Zeichnung dargestellte Anlage enthält außer dem bereits erwähnten, als Kraftmess-Element 335 ausgebildeten und beispielsweise der Feststellung des Entfeuchtungsgrades dienenden Sensor noch weitere Sensoren: An der Leitung 347 ist ein Sensor 363 angeordnet, der der Messung von Druck und/oder Temperatur des über diese Leitung 347 zugeführten Trockengases dient. Weitere Sensoren 364, die am Feststofftrockner 310 angeordnet sind, dienen der Bestimmung der Temperatur und/oder der Restfeuchte des Feststoffes 320 bzw. der Temperatur und/oder des Feuchtigkeitsgehaltes des Abgases im Trockner 310. Ein Sensor 365 an der Flüssigkeits-Abführleitung 314 wird dazu verwendet, die Durchflussmenge und/ oder den pH-Wert des Filtrats zu bestimmen. Ein Sensor 366 an der Welle 303 der Stülpfilterzentrifuge 301 dient der Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Schleudertrommel 307. Über einen Sensor 367 in der Abgasleitung 344 kann die Temperatur des Abgases und die in ihm enthaltene Feuchtigkeitsmenge festgestellt werden. Ein Sensor 368 in der Leitung 341 dient der Bestimmung des Druckes und der Feuchtigkeit des über das Füllrohr 329 der Schleudertrommel 307 zugeführten Gases. Am Füllrohr 329 schließlich ist ein Sensor 369 zum Abfühlen der Zuflussmenge und/oder der Temperatur der zugeführten Suspension angeordnet. Alle diese Sensoren, zu denen im Bedarfsfall noch weitere Sensoren treten können, sind über Leitungen, die der Übersichtlichkeit halber auf der Zeichnung nicht eigens dargestellt sind, mit einer Steuereinrichtung 371 verbunden, die an die Vorrichtung 346 zur Lieferung und Wiederaufbereitung der benötigten Gase angeschlossen ist. Diese Steuereinrichtung 371 ist in an sich bekannter Weise programmier-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

bar, so dass der Betriebsablauf der beschriebenen Anordnung in kontrollierter, sich selbst regelnder Weise automatisch gesteuert werden kann, wobei insbesondere die Dauer und Intensität der im einzelnen ablaufenden Trocknungsvorgänge, also beispielsweise die Dauer des Schleudervorgangs oder die Dauer der Zuführung von Trockengas über die Leitung 347 entsprechend abgestimmt wird. Einzelheiten über diese Steuervorgänge werden nachstehend noch erläutert.

Wichtig für die Funktionsweise der beschriebenen Anordnung zum Trennen von Flüssigkeit und Feststoff und anschließendem Entfeuchten und Trocknen des Feststoffes ist die mechanische dichte Trennung der Stülpfilterzentrifuge 301 vom Feststofftrockner 310 durch das vom Absperrventil 318 gebildete Verschlusselement. Stülpfilterzentrifuge 301 und Feststofftrockner 310 bilden zwar eine Einheit oder ein Gesamtsystem, jedoch ist sowohl die Stülpfilterzentrifuge 301 wie auch der Feststofftrockner 310 ein eigenes, in sich geschlossenes System.

Sämtliche Maßnahmen, die zur Trocknung des Feststoffes im Feststofftrockner 310 führen, beeinträchtigen die gleichzeitig in der Stülpfilterzentrifuge 301 ablaufenden Vorgänge nicht. Zu den Trocknungsvorgängen im Feststofftrockner 310 kann außer der bereits erwähnten Kontakt Trocknung (Heizeinrichtung 322), Konvektivtrocknung (Trockengaszuführung über die Leitung 347) und Vakuumtrocknung (Vakuumpumpe 358) auch noch eine Trocknung in einer Wirbel- oder Flugschicht kommen, die durch Trockengas, das unter entsprechend hohem Druck über die Leitung 347 zugeführt wird, im Behälter 321 des Feststofftrockners 310 erzeugt wird. Wegen der Trennung der beiden Systeme durch das Absperrventil 318 wird im übrigen auch von den Vorgängen im Feststofftrockner 310 eine z.B. gravimetrisch oder radiometrisch (γ -Strahlen) vorgenommene Füllsteuerung der Schleudertrommel 307

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

sowie gegebenenfalls ein zum Zwecke einer Abdichtung in das Maschinengehäuse 301 eingeleiteter Gasstrom nicht beeinflusst.

Wenn, wie dargestellt und beschrieben, die über die Leitungen 341 und 347 zugeführten Gase über die Leitungen 344 bzw. 328 zurückgeführt und nach Aufbereitung in der Vorrichtung 346 wiederverwendet werden, ergibt sich eine besonders günstige Möglichkeit, die betreffenden Gase zweckmäßig und energiesparend, also ökonomisch auf die beiden Systeme der Stülpfilterzentrifuge 301 bzw. des Feststofftrockners 310 aufzuteilen.

Nachstehend wird ein Beispiel für eine solche Aufteilung des Gasstromes angegeben, wobei die Aufteilung sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 301 als auch im Feststofftrockner 310 in jeweils zwei Abschnitten oder Prozessschritten vorgenommen wird.

In der Stülpfilterzentrifuge 301 werden in einem ersten Abschnitt die Schritte des Füllens, Zwischenschleuderns, Waschens und Endschleuderns, gegebenenfalls Schleuderns unter Druck, durchgeführt. In diesem Abschnitt wird bei allen Schritten, ausgenommen Schleudern unter Druck, kein Gas und beim Druckschleudern nur eine geringfügige Menge an Gas benötigt.

Im zweiten Abschnitt wird der Feststoff (Filterkuchen) in der Stülpfilterzentrifuge 301 zum Zwecke einer konvektiven Trocknung mit Gas durchströmt. Das Trocknungsergebnis ist hierbei sowohl vom Zustand des Gases (Feuchtigkeit, Temperatur) als auch von der Gasmenge und der Durchflußgeschwindigkeit abhängig. In diesem Abschnitt wird eine relativ große Menge an Gas benötigt.

Im Feststofftrockner 310 liegen die Verhältnisse mit Bezug auf die oben beschriebenen Vorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 301 gerade umgekehrt. In einem ersten Abschnitt wird der Fest-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

stoff 320 im Behälter 321 von einer großen Menge an Gas durchströmt, selbst wenn man eine zusätzliche Kontakttrocknung über die Heizeinrichtung 322 anwendet. Wenn anschließend in einem zweiten Abschnitt im Feststofftrockner 310 eine Endtrocknung unter Vakuum vorgenommen wird, wird theoretisch keine Gasdurchströmung benötigt. Es hat sich allerdings, wie bereits erwähnt, als vorteilhaft erwiesen, den Feststoff 320 mit einer geringen Menge an Gas, einem sogenannten "Schleichgas" zu durchströmen, weil hierdurch der Transport der letzten, unter Einfluss des Vakuums verdampfenden Flüssigkeit erleichtert wird. In diesem zweiten Abschnitt wird jedoch praktisch kein oder nur eine äußerst geringe Menge an Gas benötigt.

Eine energetisch günstige Aufteilung des gesamten Entfeuchtungs- und Trocknungsvorganges wie auch die Unterteilung in die oben erwähnten Abschnitte kann durch Versuche ermittelt werden, wobei verfahrenstechnische Gesichtspunkte und Kosten-Parameter berücksichtigt werden können. Die so ermittelte Aufteilung gilt jedoch häufig nur für einen bestimmten Moment des Gesamtverfahrens. Viele Produkte liegen in einer Suspension nicht homogen verteilt vor oder haben z. B. aufgrund von Aufbaukristallisation oder Kornbruch sich verändernde Korngrößen. Außerdem erfolgt in Anlagen der beschriebenen Art ein häufiger Produktwechsel, wobei jeweils die optimalen Einstellparameter z. B. neu bestimmt werden müssen.

Die optimale Aufsplittung in die einzelnen Trocknungsabschnitte sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 301 wie auch im Feststofftrockner 310 wird durch einen sich selbst steuernden Prozess im Sinne eines Regelkreises, wie zuvor beschrieben, erreicht, wobei, wie ebenfalls bereits angegeben, mehrere Sensoren und die Steuereinrichtung 371, die mit der das Trockengas liefernden Vorrichtung 346 verbunden ist, eingesetzt werden. Hierdurch kann die kleinstmögliche Gesamtzeit der Gesamtabtrennung von Flüssigkeit und Feststoff einschließlich Entfeuchtung und

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Trocknung des Feststoffes erzielt werden, wenn nämlich die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 301 und im Feststofftrockner 310 durch die Sensoren, die auf Temperatur, Feuchtigkeit, Gewicht, Durchflussmenge, Druck etc. ansprechen, fortlaufend überwacht werden. Die gemessenen Werte werden dann ständig mit den zu erreichenden Zielwerten für die Entfeuchtung und Trocknung sowohl in der Stülpfilterzentrifuge 301 als auch im Feststofftrockner 310 verglichen. Die Zielwerte ihrerseits basieren dabei auf bekannten oder ermittelten Daten, die für eine wirtschaftliche Entfeuchtung und Trocknung maßgeblich sind.

Werden die vorgegebenen Zielwerte erreicht, wird der Trocknungsvorgang im Feststofftrockner 310 beendet und gleichzeitig der Trocknungsvorgang in der Stülpfilterzentrifuge 301 unterbrochen. Der Feststofftrockner 310 wird durch Öffnen der Klappe 323 entleert, und aus der Stülpfilterzentrifuge 301 wird neuer, vorgetrockneter Feststoff in den Feststofftrockner 310 überführt.

Gestaltet sich der Trocknungsvorgang im Feststofftrockner 310 so, dass die Zielwerte noch nicht erreicht sind, auch wenn die Stülpfilterzentrifuge 301 ihren Zielwert bereits erreicht hat, so kann das Trocknungsergebnis in der Stülpfilterzentrifuge 301 z. B. durch eine Erhöhung des Gasdurchsatzes in der Schleudertrommel 307, eine Temperaturerhöhung des Trocknungsgases etc. verbessert werden. Ebenfalls kann gegebenenfalls die Drehzahl der Zentrifuge erhöht werden, um die mechanische Trocknung (Entwässerung) zu verbessern. Hierdurch kann dem Feststofftrockner ein stärker vorgetrocknetes Produkt zugeführt werden, das dann in kürzerer Zeit im Feststofftrockner getrocknet werden kann. Die Betriebszeiten von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner stimmen sich hierdurch harmonisch aufeinander ab. Umgekehrt können, falls das Erreichen der Zielwerte im Feststofftrockner 310 festgestellt wird, bevor die Stülpfilter-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

zentrifuge 301 ihre Zielwerte erreicht, die Betriebsparameter des Feststofftrockners 310 entsprechend umgestellt werden. Auch eine Umstellung der Betriebsparameter sowohl der Stülpfilterzentrifuge 301 als auch des Feststofftrockners 310 ist möglich, um so ein harmonisches oder synergetisches Zusammenspiel dieser beiden Apparate zu erreichen.

Gemäß dem hier vorgeschlagenen Vorgehen optimieren sich die von der Stülpfilterzentrifuge 301 und dem Feststofftrockner 310 gebildeten Systeme selbst mit der Zielsetzung z. B. einer minimalen Gesamtbetriebszeit, wobei die Anteile der mechanisch durch Schleudern erzielten Entfeuchtung und der thermisch durch Trockengas durchgeführten Entfeuchtung von Charge zu Charge zeitlich und ergebnismäßig erheblich voneinander abweichen können.

Der Betriebsablauf der aus der Stülpfilterzentrifuge 301 und dem Feststofftrockner 310 bestehenden Anlage kann grundsätzlich auch so gesteuert werden, dass man feste, z. B. für das jeweilige Produkt durch Versuche ermittelte Zeiten vorgibt, und nach dem jeweiligen Ablauf dieser Zeiten die Entfeuchtungs- und Trocknungsvorgänge in der Stülpfilterzentrifuge 301 und im Feststofftrockner 310 unterbricht. Möglich ist z. B. eine Aufteilung der Entfeuchtungs- und Trocknungszeiten in Stülpfilterzentrifuge 301 und Feststofftrockner 310 im Verhältnis 1:1 oder auch in anderen Verhältnissen, je nach den vorliegenden Betriebsbedingungen und zu erreichenden Zielwerten unter Einhaltung einer möglichst wirtschaftlichen und rationellen Arbeitsweise.

Die Figuren 21 bis 23 zeigen schließlich weitere Varianten von Stülpfilterzentrifugen mit optimaler Gewichtsmessung.

Die in Figur 21 schematisch dargestellte Stülpfilterzentrifuge 401, welche der Verarbeitung von Suspensionen unterschiedlichen

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Gewichts dient, umfaßt in bekannter Weise eine in einem Maschinengehäuse 402 auf einer Welle 403 drehbar gelagerte Trommel 404, die von einem Motor 405 rotierend antreibbar und durch einen axialverschieblichen Deckel 406 verschließbar ist. Mit dem Deckel 406 ist über Streben 407 ein Trommelboden 408 starr verbunden, der sich zusammen mit dem Deckel 406 verschiebt.

Das Gehäuse 402 besteht aus einem vorderen Teil 402a und einem hinteren Teil 402b, die durch eine Trennwand 422 gasdicht voneinander getrennt sind.

In der dargestellten Betriebsstellung der Zentrifuge 401 wird über ein Füllrohr 411 zu filtrierende Substanz, nämlich eine aus Feststoff und Flüssigkeit bestehende Suspension in die Trommel 404 eingefüllt. Aufgrund der Rotation der Trommel 404 sammelt sich der Feststoff auf der Innenseite eines Filtermediums 409, das zu großen Teilen die Zylinderwand der Trommel 404 bildet, in Form eines sogenannten "Kuchens" an, während die Flüssigkeit nach Durchdringung des Filtermediums 409 auf die Außenseite der Trommel gelangt und durch einen Filtratablauf 412 aufgesammelt wird. Um nach abgeschlossener Filtrierung den "Kuchen" auszutragen, wird nach Abschaltung der Suspensionszuführung der Deckel 406 und mit ihm der Trommelboden 408 in Figur 21 nach links verschoben, so dass der "Kuchen" von diesem aus der Trommel 404 herausgedrückt wird. Durch Weiterrotieren der Trommel 404 wird der Kuchen in den vorderen Teil 402a des Gehäuses abgeschleudert und fällt in einen abnehmbar angeordneten Behälter 413. Nach dem Abschleudern des Kuchens wird der Deckel 406 wieder geschlossen, so daß die anfängliche Betriebsstellung wieder erreicht ist und über das Füllrohr 411 erneut zu filtrierende Suspension in die Trommel 404 eingebracht werden kann.

Die beschriebene Anordnung einschließlich Gehäuse 402, Trommel 404, Antriebsmotor 405 und Füllrohr 411 ist in sich starr aus-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

gebildet und um eine horizontale Drehachse 414, d.h. in einer vertikalen Ebene, schwenkbar gelagert ist. Die Drehachse 414 ist ihrerseits auf elastischen Pufferelementen 415 angeordnet, welche auf einem ortsfesten, mit dem Erdboden 416 verbundenen Sockel 417 aufruhend. Die Pufferelemente 415 können beispielsweise übliche Gummi-Metall-Elemente sein und dienen der Absorption und Dämpfung von Schwingungen, welche durch die Rotation der Trommel 404 entstehen können. Die Drehachse 414 kann materiell entfallen, wenn die Pufferelemente 415 selbst gleichzeitig eine Verschwenkung der Anordnung in einer vertikalen Ebene zulassen.

Zwischen dem Gehäuse 402 und einem weiteren ortsfesten Sockel 418 ist ein auf Zug oder Druck beanspruchbares, an sich bekanntes Kraftmeßelement 419, beispielsweise eine Kraftmeßdose, angeordnet. Somit wirkt die ganze Anordnung wie eine Art Balkenwaage: Durch die in die Trommel 404 über das Füllrohr 411 eingeführte Suspension wird die links von der horizontalen Drehachse 414 gelegene Seite der Zentrifuge 401 belastet, wodurch das rechts von der Drehachse 414 gelegene Kraftmeßelement 419 entsprechend beeinflusst wird. Das Kraftmeßelement 419 ist über eine elektrische Leitung 434 mit einer z.B. in Gewichts- oder Füllstandseinheiten geeichten Meßwertanzeige 435 verbunden, die einen über eine Skale 436 spielenden Zeiger 437 umfaßt.

Um die wie eine Balkenwaage funktionierende Zentrifuge 401 zur Vermeidung von Meßfehlern gegenüber der Umgebung zu entkoppeln, ist das Maschinengehäuse 402 mit dem Behälter 413 über eine flexible, gasdichte Kopplungseinrichtung 421, beispielsweise einen Faltenbalg, verbunden, so daß sich die linke Seite der Anordnung frei um die Drehachse 414 verschwenken kann. Auch eine mit dem Füllrohr 411 verbundene Leitung 410 zur Einspeisung der Suspension ist in entsprechender Weise mit einem flexiblen Leitungsstück 430 versehen, um ebenfalls eine störungs-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

freie Verschwenkung der Anordnung um die Drehachse 414 zu gestatten.

In bestimmten Anwendungsfällen ist es erwünscht, den Filtrierungsvorgang in der Trommel 404 unter Überdruck oder Unterdruck auszuführen. Bei der dargestellten Ausführungsform wird ein solcher Druck über die Leitung 410 und das Füllrohr 411 in dem vom Filtermedium 409 umschlossenen Innenraum der Trommel 404 erzeugt. Durch diesen Druck entsteht naturgemäß eine vom Querschnitt des Füllrohrs 411 abhängige Kraft P_1 , die wegen der horizontalen Druckeinleitung in Figur 21 ebenfalls horizontal in Richtung des Doppelpfeils 440 wirkt und wegen des Abstandes a des Füllrohrs 411 von der Drehachse 414 ein entsprechendes Drehmoment $P_1 \times a$ erzeugt, welches je nachdem, ob Über- oder Unterdruck vorliegt, im nach rechts oder nach links gerichteten Drehsinn wirkt. Durch die Kraft P_1 wird auf der gegenüberliegenden Seite der Drehachse 414 als Reaktion am Kraftmesselement 419 ein Drehmoment $P_2 \times b$ erzeugt, wobei die Beziehung gilt

$$P_1 \times a = P_2 \times b \quad (1)$$

In dieser Formel wirkt sich die Kraft P_2 als eine die Gewichtsmessung verfälschende Störkraft aus. Für diese Störkraft P_2 folgt aus obenstehender Formel

$$P_2 = P_1 \times a/b \quad (2)$$

Die Störkraft P_2 ist also naturgemäß eine unmittelbare Funktion der direkt vom eingeleiteten Über- oder Unterdruck abhängigen Kraft P_1 , und es geht darum, den Einfluß dieser Störkraft P_2 zu beseitigen.

Bei der in Figur 22 dargestellten Ausführungsform ist das Füllrohr 411 an seiner Einleitungsstelle in das Maschinengehäuse

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

402 mit einem Krümmer 441 starr verbunden, der seinerseits an das flexible Leitungsstück 430 der Leitung 410 angeschlossen ist. Der Krümmungswinkel des Krümmers 441 ist so gewählt, daß bei Einleitung eines Über- oder Unterdrucks die in Figur 22 strichpunktiert angegebene Wirkungslinie 450 der hierdurch entstehenden, durch den Doppelpfeil 440 angedeuteten Kraft P_1 die Drehachse 414 schneidet. Somit wird der in Figur 21 eingezeichnete Momentenarm a zu Null, und entsprechend obiger Formel (2) verschwindet damit auch die Störkraft P_2 , so daß eine unbehinderte Gewichtsmessung erfolgen kann.

Die Figur 23 zeigt eine gegenüber Figur 22 insoweit abgewandelte Ausführungsform, als das Füllrohr 411 verlängert und zweimal rechtwinklig abgelenkt über das Maschinengehäuse 402 geführt ist, auf dem es durch einen Ständer 442 abgestützt ist. Das senkrecht nach oben gekrümmte Ende des Füllrohrs 411, das wiederum über das flexible Leitungsstück 430 mit der Leitung 410 verbunden ist, liegt so, daß seine Achse, wie strichpunktiert angedeutet, die Drehachse 414 schneidet. Entsteht somit bei Einleitung von Über- oder Unterdruck an dem mit dem Leitungsstück 430 verbundenen Ende des Füllrohrs 411 eine in Richtung des Doppelpfeils 440 nach oben oder unten gerichtete Kraft P_1 , so verläuft deren Wirkungslinie 450 wiederum durch die Drehachse 414, und es entsteht aus den im Zusammenhang mit Figur 22 genannten Gründen keine Störkraft P_2 .

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Filtertuchlose Stülpfilterzentrifuge, umfassend
eine in einem Trommelgehäuse drehbar gelagerte Schleuder-
trommel mit einer ein stationäres, formstabiles Filterme-
dium umfassenden Trommelwand;
eine die Trommel drehend antreibende Welle;
einen die offene Stirnseite der Trommel am Trommelrand
dichtend verschließenden Deckel;
einem Einfüllvorrichtung für zu filternde Suspension mit
einer ins Innere der Trommel führenden Füllleitung;
und einen im Innern der Trommel angeordneten Trommelboden,
wobei Trommelboden und Filtermedium relativ gegeneinander
axial verschieblich sind um den von dem Filtermedium zu-
rückgehaltenen Feststoffanteil mechanisch aus der Trommel
auszutragen.
2. Zentrifuge nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
der Trommelboden einen Durchmesser aufweist, welcher nur
geringfügig kleiner ist als der Innendurchmesser der Trom-
mel an ihrer geschlossenen Stirnwand.
3. Zentrifuge nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass die Zentrifuge eine pneumatische Vorrichtung zum Ab-
lösen und Austragen von Feststoffanteilresten umfaßt.
4. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch ge-
kennzeichnet, dass das Filtermedium selbsttragend ist.
5. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch ge-
kennzeichnet, dass das Filtermedium aus Metall, Keramik,

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Kunststoff oder einer Mischung dieser Materialien hergestellt ist.

6. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung einen Gasstrom in Axialrichtung der Trommel erzeugt.
7. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung einen Gasstrom in Radialrichtung der Trommel erzeugt.
8. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung synchronisierbar mit der Relativbewegung von Trommelboden und Trommelwand betätigbar ist.
9. Zentrifuge nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung und Trommelwand relativ zueinander in Axialrichtung der Trommel verfahrbar sind.
10. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung einen pulsierenden Gasstrom erzeugt.
11. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung Düsenauslässe für den Gasstrom umfasst, welche mit einer Differenzdrehzahl zu der Trommelwand drehend antreibbar sind.
12. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die pneumatische Vorrichtung Düsenauslässe im Innern der Trommel aufweist.
13. Zentrifuge nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die im Innern der Trommel angeordneten Düsenauslässe der

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

pneumatischen Vorrichtung mindestens teilweise in dem Trommelboden angeordnet sind.

14. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass im Innern der Trommel Auslässe zum Bespülen der Trommelwand mit einem flüssigen Reinigungsmedium, insbesondere einem Lösemittel vorhanden sind.
15. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Trommelboden ein Dichtungselement an seiner Umfangsfläche aufweist, welches in einer zurückgezogenen Position des Trommelbodens, benachbart zur geschlossenen Stirnwand der Trommel, dichtend an der zylindrischen Trommelwand anliegt.
16. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel mit dem Trommelboden über Abstandshalter starr verbunden ist.
17. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Trommelgehäuse sich in Richtung von der offenen Stirnseite der Trommel zu deren geschlossener Stirnwand hin konisch erweitert.
18. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommelwand geringfügig konisch ausgebildet ist und sich zur offenen Stirnseite hin erweitert.
19. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel eine Öffnung für ein den Deckel durchsetzende Füllrohr der Einfüllvorrichtung für die zu filtrierende Suspension aufweist, dessen Auslassende sich während des Zentrifugiervorganges innerhalb der Trommel befindet.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

20. Zentrifuge nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllrohr zur Veränderung des Druckes in der Trommel mit Druck- oder Unterdruckquelle verbindbar und mittels einer kombinierten Dreh- und Gleitdichtung gegenüber dem Deckel abgedichtet ist, wobei die Drehdichtung das Füllrohr gegen den sich drehenden und die Gleitdichtung das Füllrohr gegen den axial verschieblichen Deckel abdichtet.
21. Zentrifuge nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllrohr am Gehäuse in einer elastischen Halterung abgestützt ist, die in Verbindung mit der Dreh- und Gleitdichtung Taumelbewegungen des Füllrohrs zulässt.
22. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 20 oder 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Dreh- und Gleitdichtung eine mit den Dichtringen und/oder Abstreifringen ausgestattete Hülse umfasst, die drehbar in einer fest mit dem Deckel verbundenen Buchse gelagert ist.
23. Zentrifuge nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllrohr am Auslassende eine beidseits konisch auslaufende Verdickung aufweist.
24. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Einfüllöffnung des Deckels durch ein zusammen mit der Trommel umlaufendes Verschlusselement dicht verschließbar ist, das unter Vermeidung eines Reibschlusses vom Füllrohr entkoppelt ist.
25. Zentrifuge nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommel von ihrer dem Füllrohr abgekehrten Seite her über eine Leitung mit einer Druck- oder Unterdruckquelle verbindbar ist.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

26. Zentrifuge nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommel auf einer Hohlwelle angeordnet ist und das Verschlusselement in der Hohlwelle derart verschieblich gelagert ist, dass es die Einfüllöffnung von der Innenseite der Trommel her dicht verschließt.
27. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 19 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllrohr um seine Längsachse drehbar gelagert und zusammen mit der Trommel um diese Achse in Umlauf versetzbar ist.
28. Zentrifuge nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllrohr durch eine Antriebseinrichtung im Wesentlichen synchron zu der Trommel drehend antreibbar ist.
29. Zentrifuge nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass zur Erzielung der Abdichtung zwischen Einfüllöffnung im Deckel und Füllrohr ein wahlweise zwischen einer Offen- und Schließstellung hin- und hersteuerbares Verschlusselement angeordnet ist.
30. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Trommel und der Deckel mittels einer drehend angetriebenen Hohlwelle und darin hin- und herbewegbaren Trägerwelle relativ zueinander axial verschieblich sind, um den Trommelboden zum mechanischen Aus-
trag des Filterkuchens zu verschieben.
31. Zentrifuge nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass an der Trägerwelle eine Schraubspindel angeordnet ist, und eine mit dieser Schraubspindel in Eingriff stehende Mutter vorgesehen ist, und dass entweder die Schraubspindel oder die Mutter von einem Motor drehend antreibbar ist, sodass in Abhängigkeit von der Drehzahl der Schraubspindel bezie-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

hungsweise der Mutter relativ zur Drehzahl der Hohlwelle die Trägerwelle in der Hohlwelle hin- und herteleskopiert.

32. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrifuge eine Sicherheitseinrichtung aufweist, die ein Öffnen der Trommel durch Ablösen des Deckels von ihr so lange verhindert, wie die Trommel mit einer Drehzahl größer als eine kritische Drehzahl rotiert, oberhalb welcher ein Öffnen der Trommel mit Gefahr verbunden wäre, wobei Trommel und Deckel mittels einer drehend angetriebenen Hohlwelle oder einer darin hin- und herteleskopierenden Trägerwelle relativ zueinander axial verschieblich sind, um über den Trommelboden den Filterkuchen auszutragen.
33. Zentrifuge nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass an der Trägerwelle eine Schraubspindel angeordnet und eine mit dieser Schraubspindel in Eingriff stehende Mutter vorgesehen sind, dass entweder die Schraubspindel oder die Mutter von einem Motor drehbar abtreibbar ist, sodass in Abhängigkeit von der Drehzahl der Schraubspindel beziehungsweise der Mutter relativ zur Drehzahl von Hohlwelle und Trommel, die Trägerwelle in der Hohlwelle hin- und herteleskopiert, wobei sich die Trommel öffnet, wenn die Drehzahl der vom Motor angetriebenen Schraubspindel beziehungsweise Mutter größer als die Drehzahl der Hohlwelle ist, und schließt, wenn die Drehzahl der Schraubspindel beziehungsweise der Mutter kleiner als die Drehzahl der Hohlwelle ist und dass die maximale Drehzahl des Motors so gewählt ist, dass die von ihm der Schraubspindel beziehungsweise Mutter erteilte maximale Drehzahl kleiner als die kritische Drehzahl der Trommel ist, sodass sich die Trommel nur dann öffnet, wenn sie mit einer Drehzahl kleiner als die kritische Drehzahl rotiert.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

34. Zentrifuge nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass die Schraubspindel beziehungsweise Mutter durch mehrere, wahlweise einschaltbare Motoren mit unterschiedlicher Drehzahl antreibbar ist, und die maximalen Drehzahlen dieser Motoren so gewählt sind, dass die von ihnen der Schraubspindel beziehungsweise Mutter erteilten maximalen Drehzahlen kleiner als die kritische Drehzahl der Trommel sind.
35. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der geschlossenen Stirnwand der Schleudertrommel und dem relativ zu dieser beweglichen Trommelboden eine flexible und/oder dehbare Trennwand angeordnet ist, die eine Abdichtung zwischen der den Trommelboden tragenden Verschiebewelle und dem die Suspension aufnehmenden Innenraum der Schleudertrommel vermittelt.
36. Zentrifuge nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennwand als Faltenbalg ausgebildet ist, der die Verschiebewelle rings umgebend einerseits an der geschlossenen Stirnwand und andererseits am Trommelboden befestigt ist.
37. Zentrifuge nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zur Überwachung des Differenzdruckes der beidseits der Trennwand herrschenden Drücke vorhanden ist.
38. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 37, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrifuge eine Vorrichtung zur Durchführung einer Gewichtsmessung aufweist, wobei die Zentrifuge in einer vertikalen Ebene schwenkbar gelagert ist, wobei ein Kraftmesselement die gewichtsabhängigen Schwenkbewegungen der Zentrifuge abfühlt und eine Kompensationseinrichtung die durch die schwankenden Gasdrücke

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

verursachten Störkräfte derart ausgleicht, dass die Gewichtsmessung hierdurch unbeeinflusst bleibt, und wobei ferner die Kompensationseinrichtung einen den Gasdruck in der Zentrifuge abführenden Sensor umfasst, der in Abhängigkeit von abgefühlten Änderungen des Gasdrucks ein Korrektursignal für die Gewichtsanzeige erzeugt.

39. Zentrifuge nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrifuge um eine horizontale Drehachse schwenkbar ist.
40. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse der Zentrifuge einen ersten Gehäuseraum mit einem Auslass zum Abführen eines Filtrats und einen zweiten Gehäuseraum mit einem Auslass zum Abführen des Filterkuchens aufweist, wobei der erste Gehäuseraum abgedichtet von einem ersten selbstständigen Gehäuseteil und der zweite Gehäuseraum abgedichtet von einem zweiten selbstständigen Gehäuseteil umschlossen ist, wobei ferner die beiden Gehäuseteile jeweils für sich in verschiedene Richtungen um separate Achsen derart schwenkbar gelagert sind, dass sie einzeln zwischen einem geschlossenen Zustand und einem geöffneten Zustand relativ zur Schleudertrommel verschwenkbar sind.
41. Zentrifuge nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Gehäuseteile um vertikale Achsen verschwenkbar sind.
42. Zentrifuge nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Gehäuseteil allgemein ringförmig und das zweite Gehäuseteil etwa topfförmig mit einer im Wesentlichen geschlossenen Stirnwand ausgebildet sind und dass das zweite Gehäuseteil in geschlossenem Zustand mit einem der Stirn-

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

wand gegenüberliegenden Rand am ersten Gehäuseteil dicht anliegt.

43. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Gehäuse und der Schleudertrommel am Rand der Schleudertrommel im Bereich eines Filtratgehäuseteils und eines Feststoffgehäuseteils ein Ringspalt vorhanden ist, wobei Schutzeinrichtungen vorgesehen sind, mit deren Hilfe in dem den Trommelrand umgebenden Ringspalt ein Strom eines gasförmigen Sperrmediums erzeugbar ist, der einen unerwünschten Übertritt von gasförmigen, flüssigen und/oder festen Stoffen zwischen Filtrat- und Feststoffgehäuseteile verhindert.
44. Zentrifuge nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, dass im Ringspalt zwei Ströme eines gasförmigen Sperrmediums erzeugbar sind, von denen der eine in das Filtratgehäuseteil und der andere in das Feststoffgehäuseteil gerichtet ist.
45. Zentrifuge nach Anspruch 43 oder 44, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Filtratgehäuseteil und Feststoffgehäuseteil eine Gaspendelleitung mit Absperrventil vorgesehen ist.
46. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 45, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrifuge einen nachgeschalteten Feststofftrockner umfasst, wobei in der Schleudertrommel durch Schleudern, Druckgaspressen und Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases und im Feststofftrockner durch Wärmekonvektion mit Hilfe eines strömenden Trockengases eine Entfeuchtung und Trocknung des Feststoffes stattfindet.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

47. Zentrifuge nach Anspruch 46, dadurch gekennzeichnet, dass die Stülpfilterzentrifuge und der Feststofftrockner über eine dichte Trennung von Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner ermöglichende Verschlusseinrichtung miteinander zu einer Einheit verbunden sind, wobei an der Stülpfilterzentrifuge und am Feststofftrockner Sensoren zur Messung des dort jeweils herrschenden Entfeuchtungs- und Trocknungsgrades sowie dort vorliegender weiterer Betriebsparameter, wie beispielsweise Gewicht des Trommelinhaltes, Druck, Temperatur, Durchflussmenge und/oder pH-Wert des Filtrats, Drehzahl, Feuchtigkeit, Zuflussmenge der zugeführten Suspension, angeordnet sind, wobei eine gemeinsame Steuervorrichtung vorgesehen ist, welche durch die von den Sensoren angegebenen Messwerte betätigbar ist, und in Abhängigkeit hiervon die Betriebsdaten, wie beispielsweise Drehzahl der Stülpfilterzentrifuge, einen Gasdruck, die Strömungsgeschwindigkeit eines Gases und/oder die Temperatur eines Gases sowie gegebenenfalls die Temperatur von den Feststoff kontaktierenden Flächen regelt, und wobei die Steuervorrichtung die Regelung dieser Betriebsdaten selbsttätig durchführt, sodass die Betriebszeiten für die Entfeuchtung und Trocknung in der Zentrifuge und im Feststofftrockner aufeinander abgestimmt sind und gleichzeitig die Aufteilung der mechanischen Schleudenergie einerseits und der thermischen Energien in Stülpfilterzentrifuge und Feststofftrockner andererseits wirtschaftlich optimal erfolgt.
48. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrifuge eine Vorrichtung zur Durchführung einer Gewichtsmessung aufweist, wobei das Gehäuse der Zentrifuge um eine Drehachse schwenkbar gelagert ist und ein Kraftmesselement gewichtsabhängige, auf einen unterschiedlichen Füllungsgrad der Trommel mit Suspension oder auf eine unterschiedliche Entfeuchtung der festen

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

Suspensionsbestandteile zurückgehende, um die Drehachse erfolgende Auslenkungen des Zentrifugengehäuses abfühlt, die auf einer Messwertanzeige zur Anzeige gelangen, wobei eine Leitung zur Erzeugung eines Über- oder Unterdrucks in der Trommel vorgesehen ist und die Wirkungslinie der in dieser Leitung auf Grund eines Über- oder Unterdrucks erzeugten Kraft so geführt ist, dass sie die Drehachse des Maschinengehäuses schneidet.

49. Zentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 47, dadurch gekennzeichnet, dass die Zentrifuge ein um eine Drehachse schwenkbares Gehäuse umfasst und ein Kraftmesselement gewichtsabhängige, auf einen unterschiedlichen Füllungsgrad der Trommel mit Suspension oder auf eine unterschiedliche Entfeuchtung der festen Suspensionsbestandteile zurückgehende, um die Drehachse erfolgende Auslenkungen des Gehäuses abfühlt, die auf einer Messwertanzeige zur Anzeige gelangen, wobei eine Leitung zur Erzeugung eines Über- oder Unterdrucks in der Trommel vorgesehen ist, und ein den Druck in der Trommel abführender Sensor ein Korrektursignal erzeugt, mit dem die Messwertanzeige druckabhängig korrigierbar ist.
50. Verfahren zum Trennen einer Suspension in ein Filtrat und einen Feststoffanteil unter Verwendung einer filtertuchlosen Stülpfilterzentrifuge nach einem der Ansprüche 1 bis 49, wobei die Suspension über die Füllleitung in den Innenraum der Trommel gefördert wird, wobei das Filtrat aufgrund der bei drehender Trommel herrschenden Zentrifugalkräfte durch das Filtermedium hindurchtritt und der Feststoffanteil auf der Innenwand der Trommel von dem Filtermedium zurückgehalten wird, und wobei der vom Filtermedium zurückgehaltene Feststoffanteil mittels dem Trommelboden mechanisch aus der Trommel ausgetragen wird.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

51. Verfahren nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem mechanischen Austragen des Feststoffanteils über das Filtermedium Gasströme von außen ins Innere der Trommel strömen gelassen werden, um den Feststoffanteil aufzulockern.
52. Verfahren nach Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasströme durch Erzeugen eines Unterdrucks im Trommelinneren erzeugt werden.
53. Verfahren nach Anspruch 51, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasströme in Form eines oder mehrerer Druck- bzw. Unterdruckpulse angewandt werden.
54. Verfahren nach einem der Ansprüche 50 bis 53, dadurch gekennzeichnet, dass, nachdem der mechanische Austrag des Feststoffanteils durch den Trommelboden erfolgt ist mittels radial und/oder axial wirkender Gasströme auf dem Filtermedium verbliebene Reste des Feststoffanteils pneumatisch aus der Trommel herausgefördert werden.
55. Verfahren nach einem der Ansprüche 50 bis 54, dadurch gekennzeichnet, dass radial wirkende Gasströme erzeugt werden, während der Trommelboden erneut aus seiner Ausgangslage in die Auswerflage benachbart zur offenen Stirnseite der Trommel überführt wird.
56. Verfahren nach Anspruch 55, dadurch gekennzeichnet, dass die radial wirkenden Gasströme synchron mit der Trommelbodenbewegung fortschreitend von einer Position benachbart der Ausgangslage des Trommelbodens in Richtung zu dessen Auswerflage erzeugt werden.

A 55 955 g
22. März 2001
g-260/278

57. Verfahren nach Anspruch 55 oder 56, dadurch gekennzeichnet, dass die radial wirkenden Gasströme bei drehender Trommel stationär erzeugt werden.
58. Verfahren nach Anspruch 55 oder 56, dadurch gekennzeichnet, dass die radial wirkenden Gasströme von axial wirkenden Gasströmen überlagert werden.
59. Verfahren nach einem der Ansprüche 54 bis 58, dadurch gekennzeichnet, dass die axial wirkenden Gasströme synchron zur Überführung des Trommelbodens aus seiner Ausgangslage in seine Auswerflage mitwandernd erzeugt werden.

FIG.1

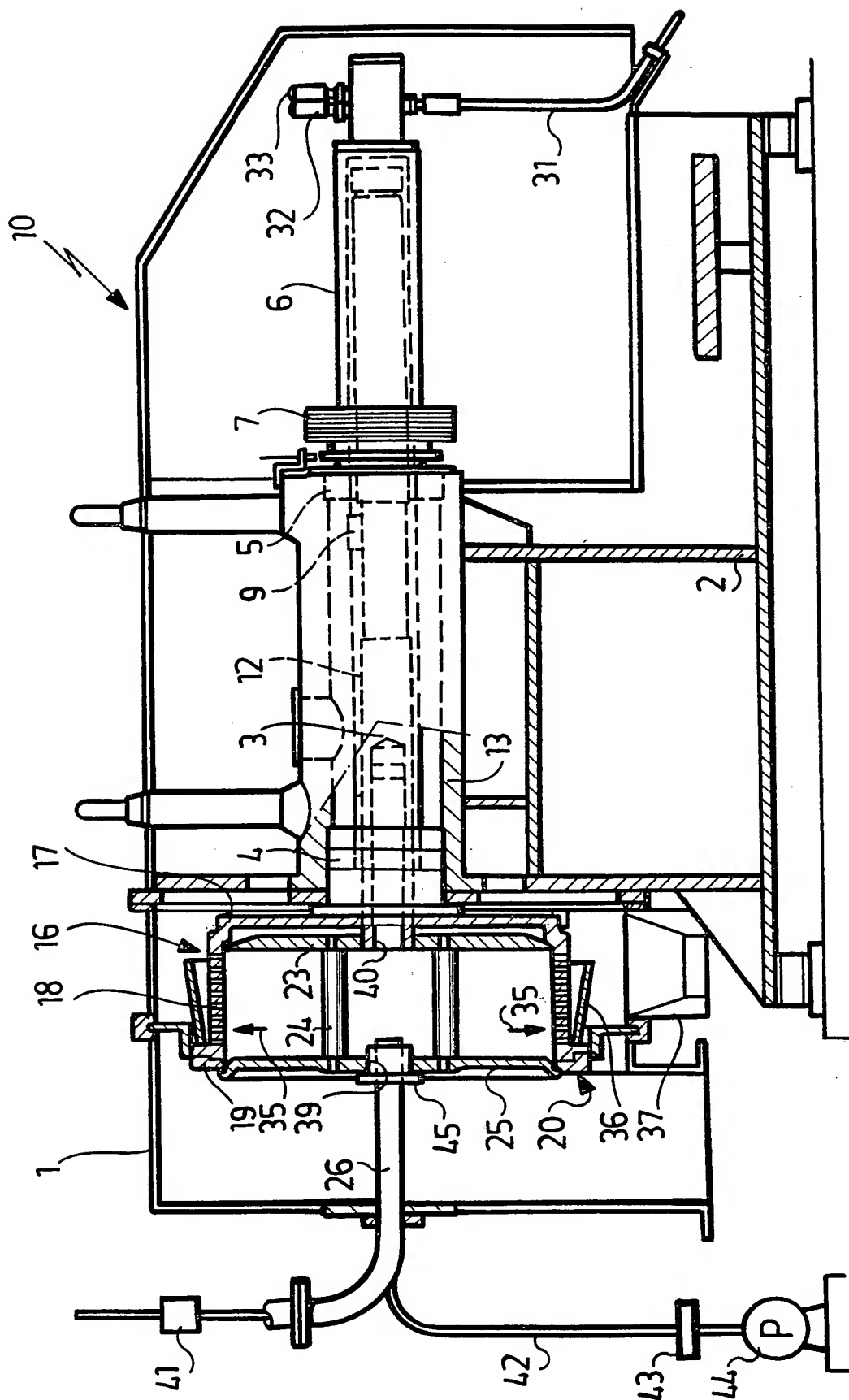


FIG. 2

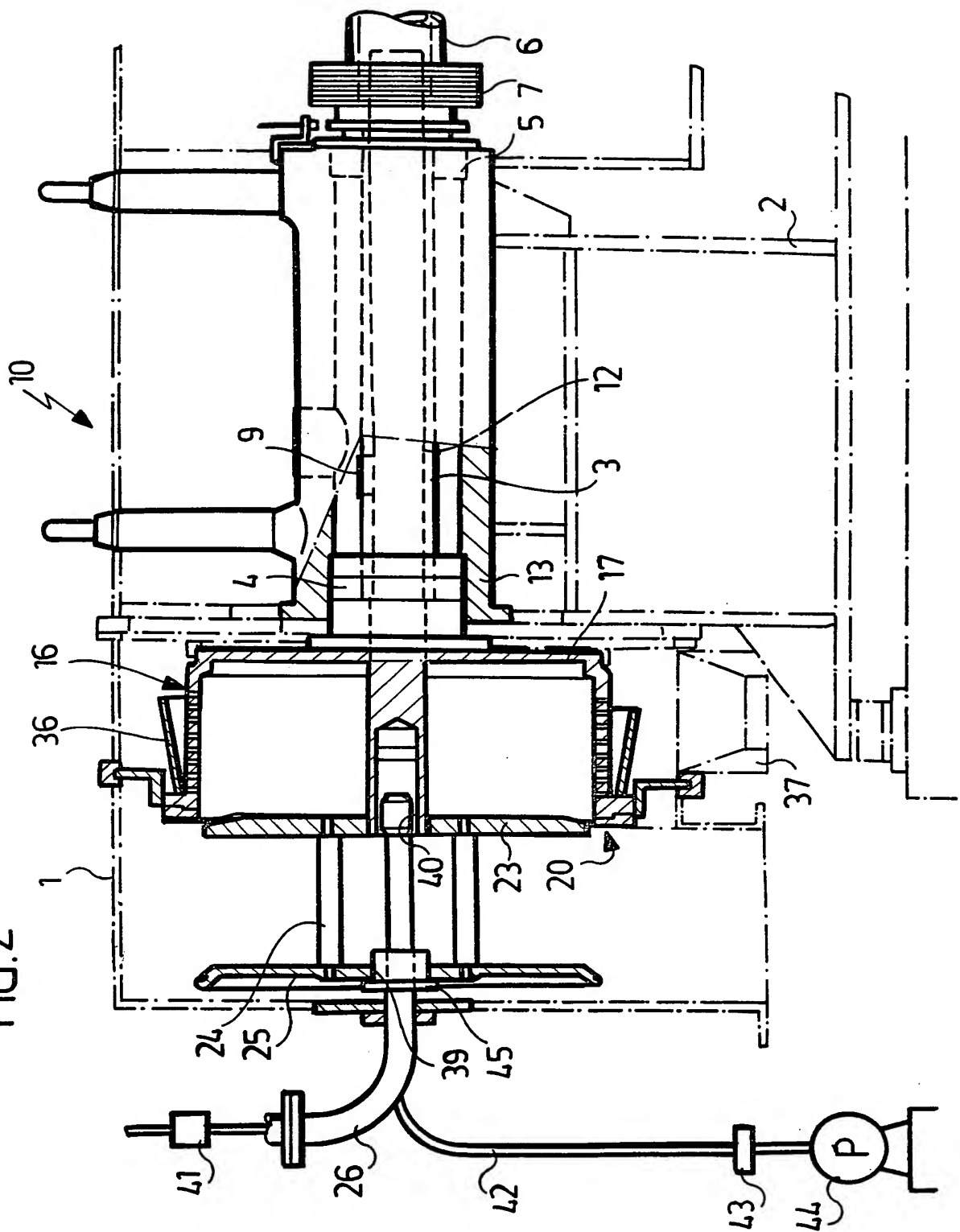


FIG. 2 A

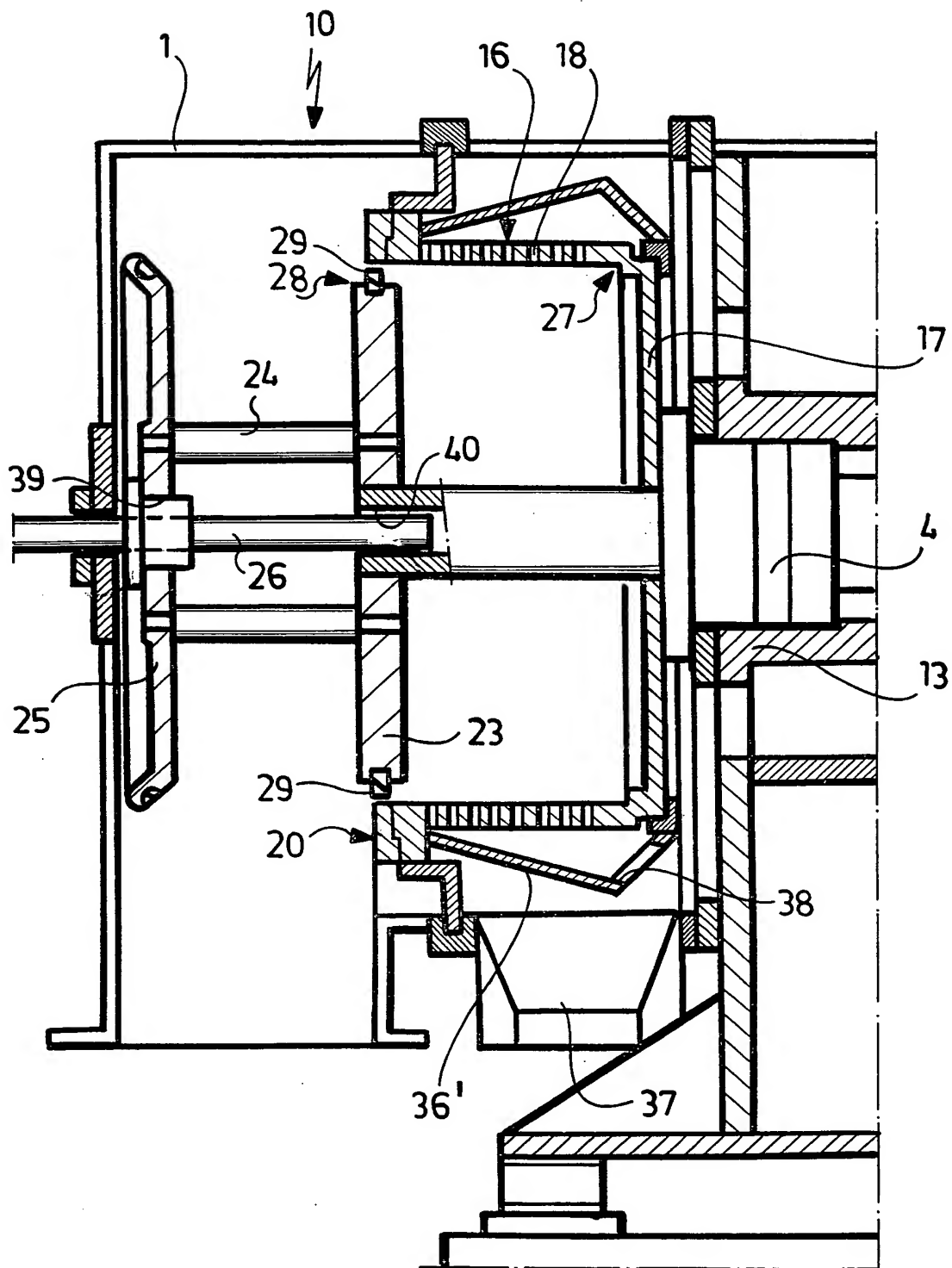


FIG.1 A

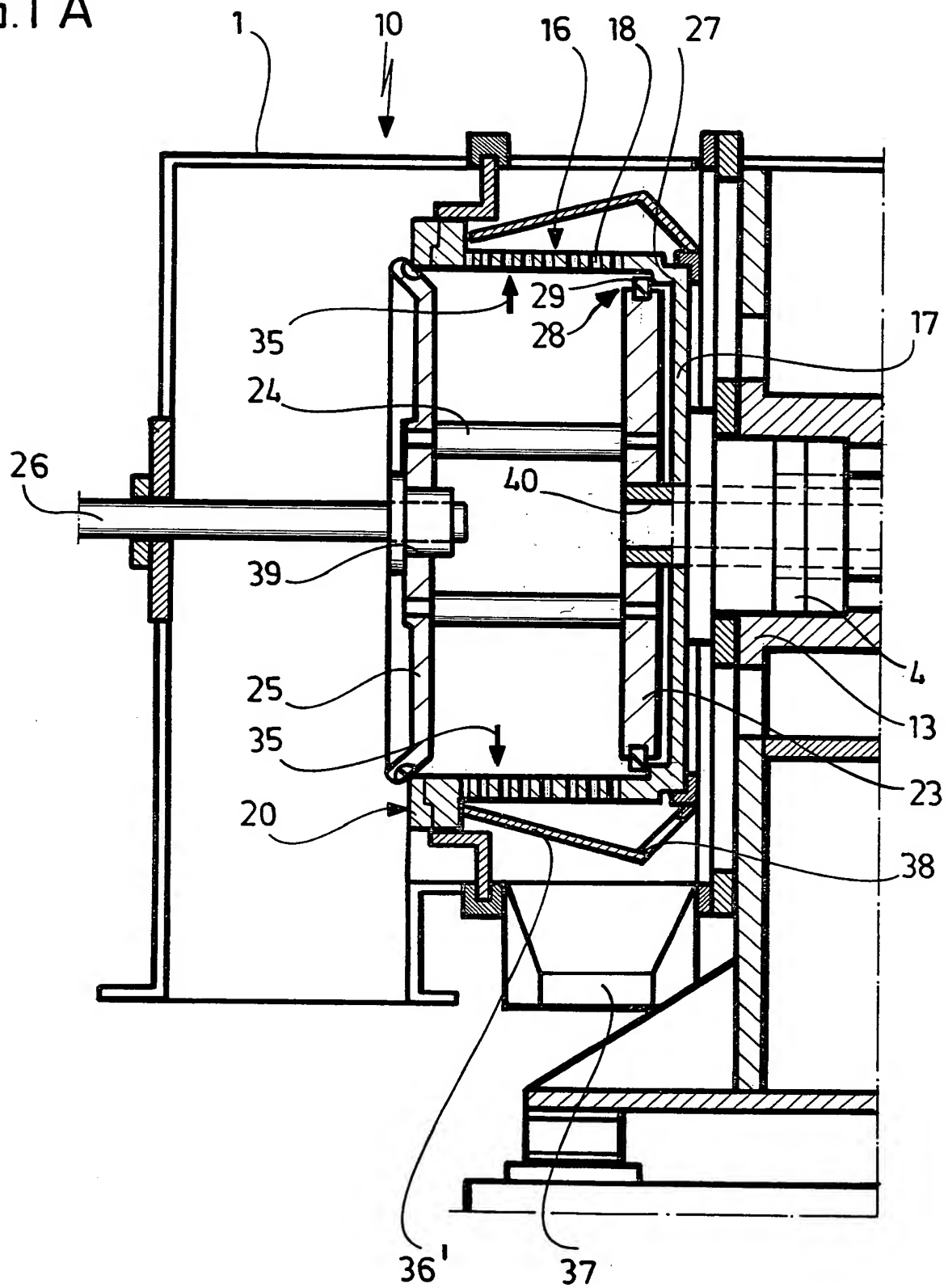


FIG.1 B

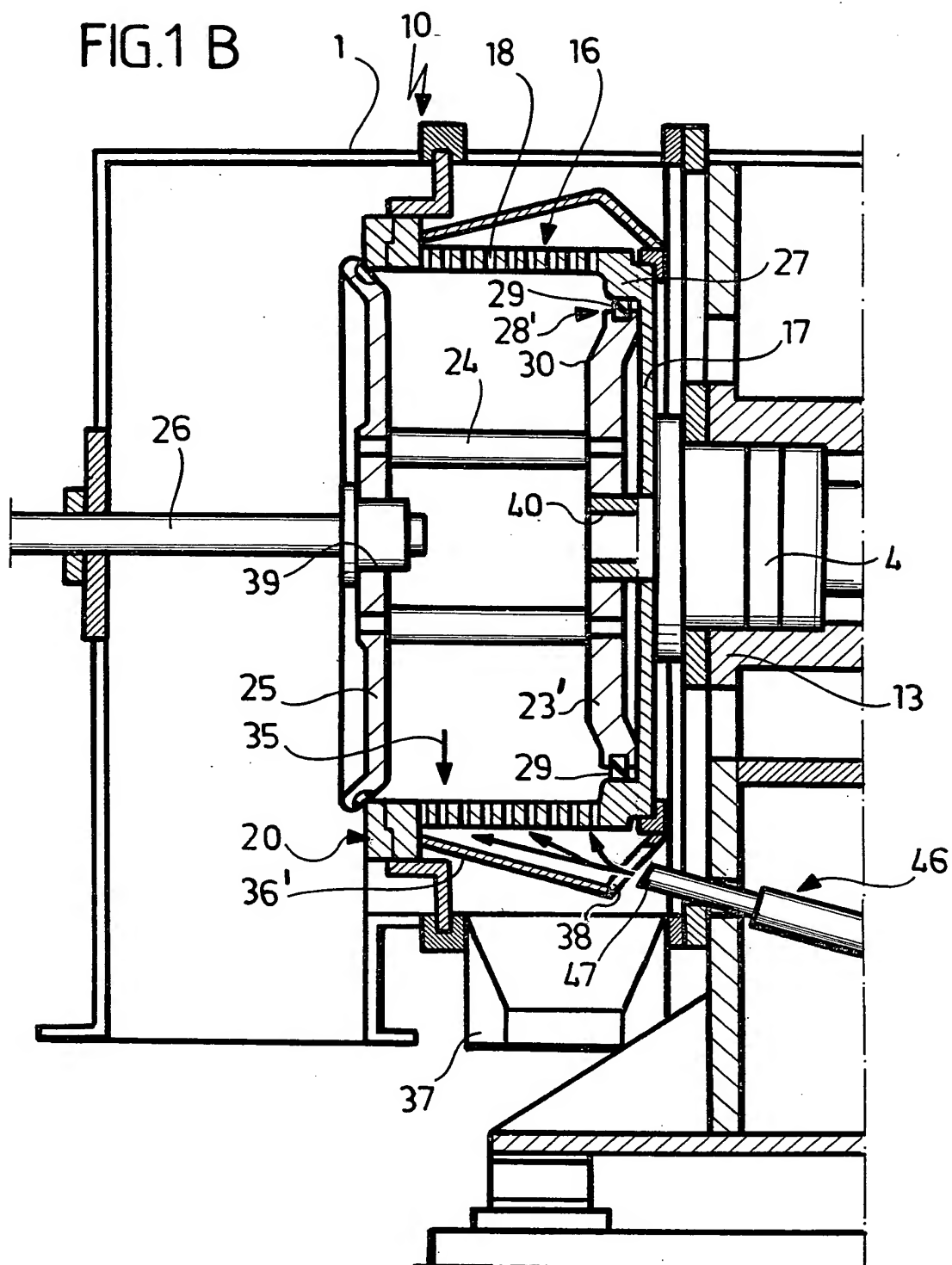


FIG. 2 B

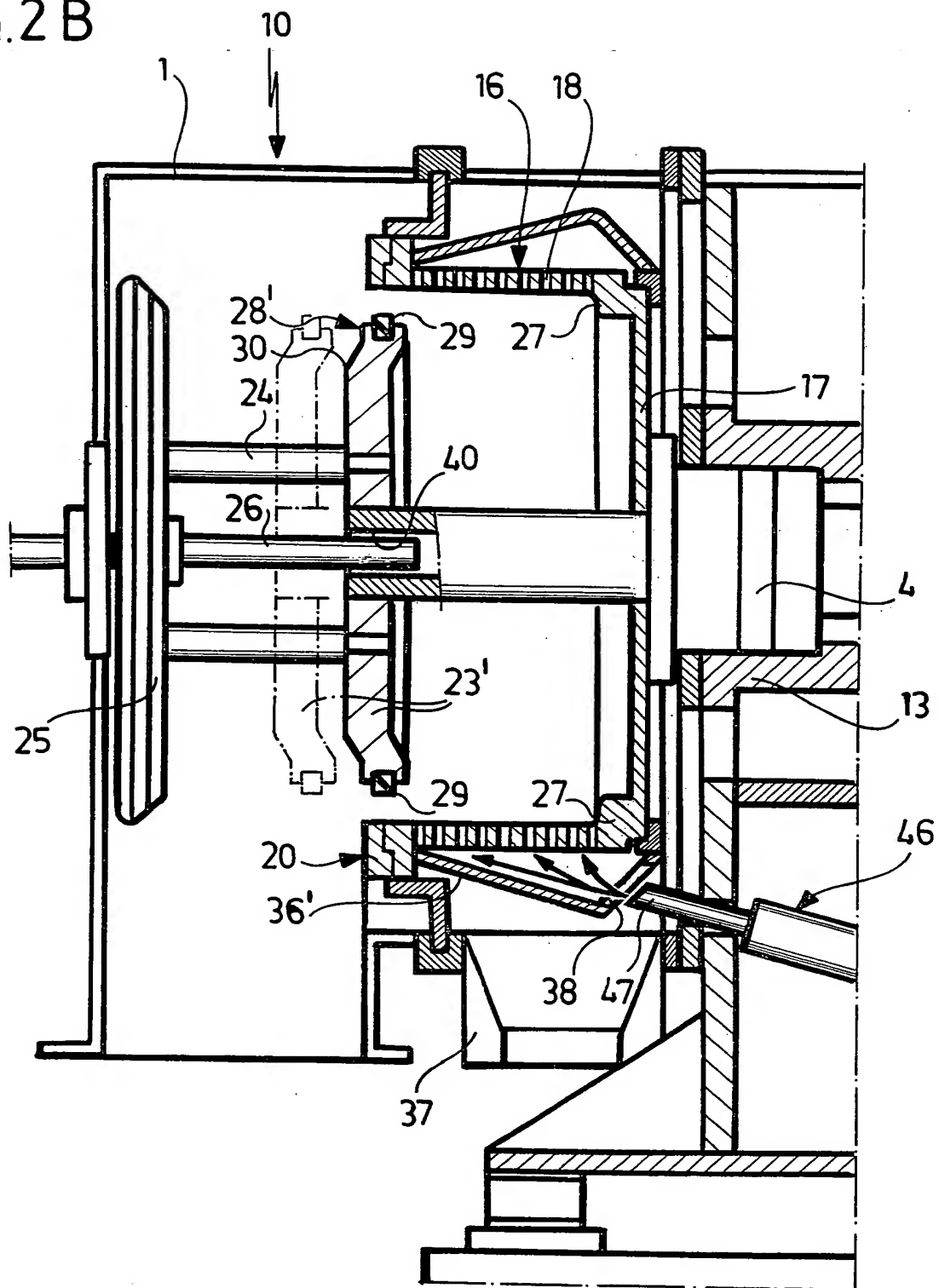


FIG.1C

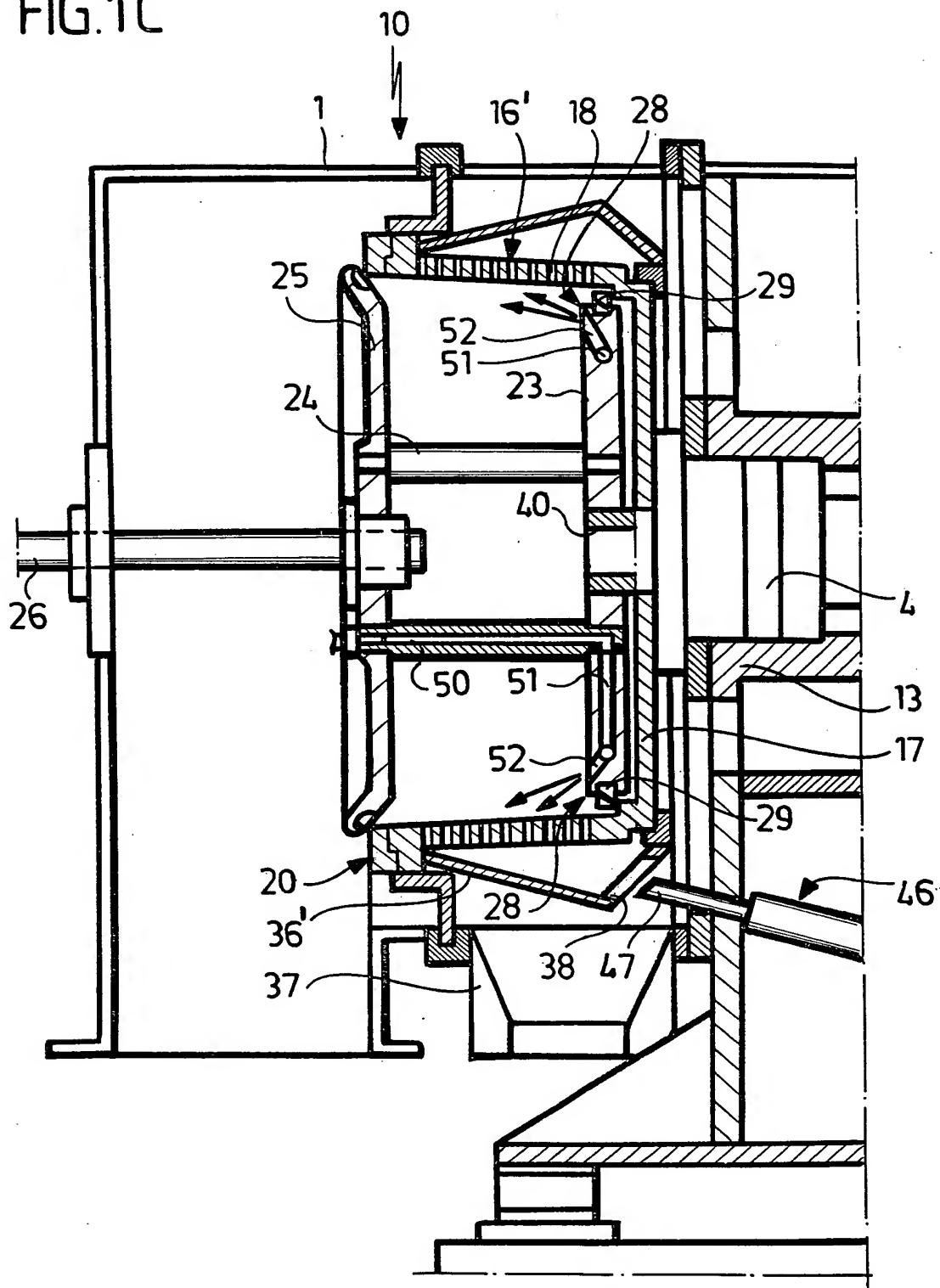


FIG. 2 C

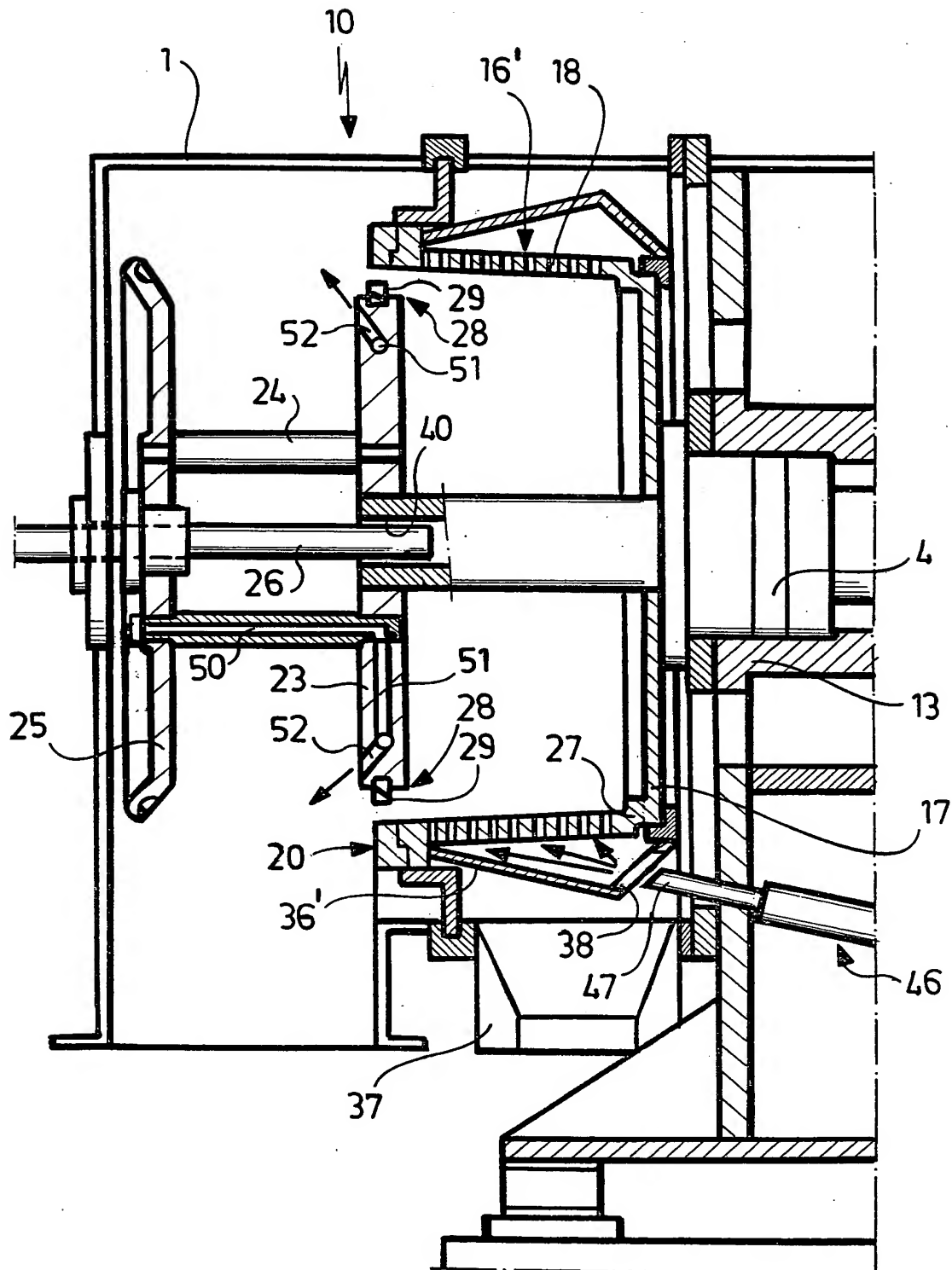


FIG.1 D

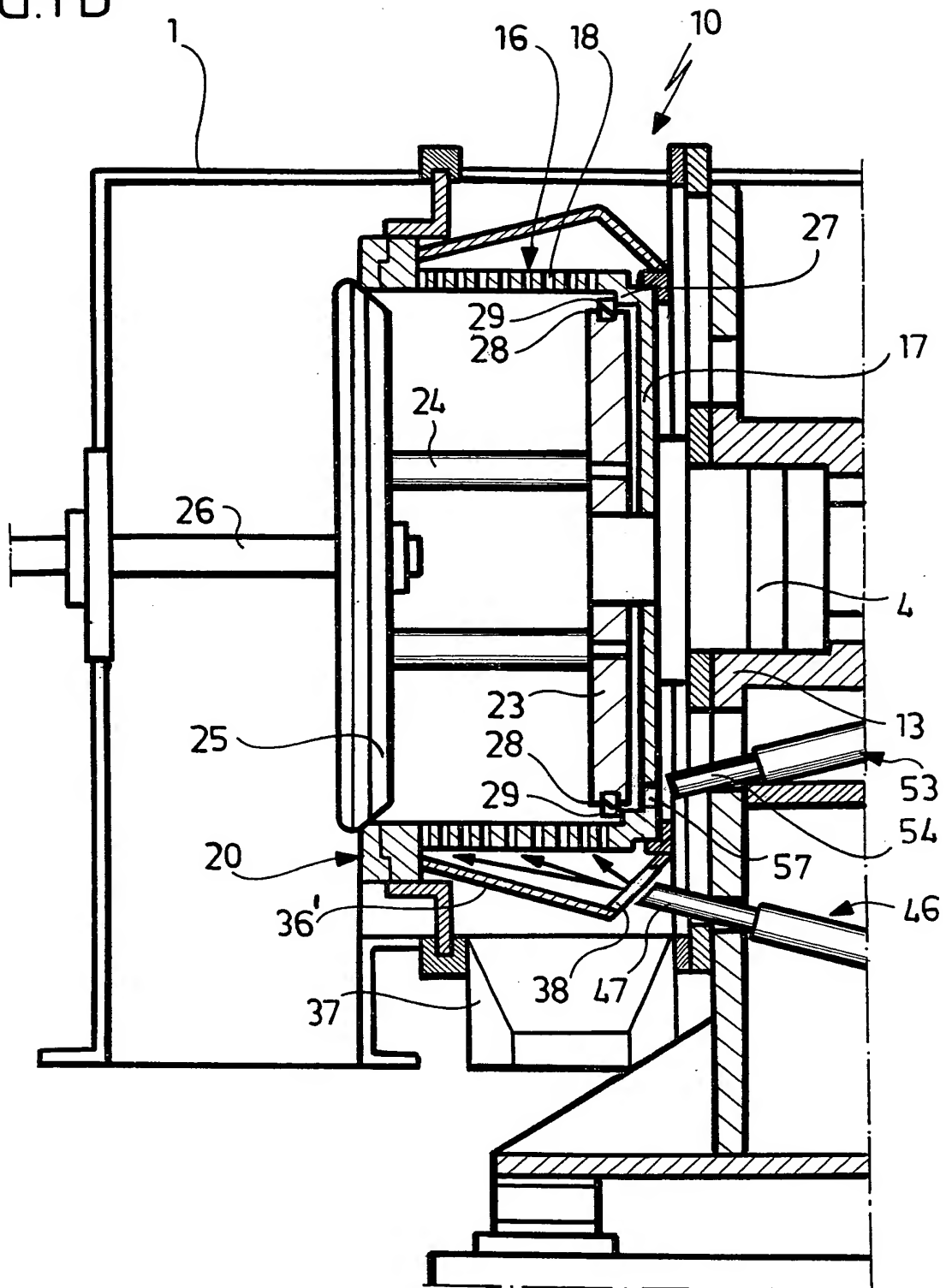


FIG. 2 D

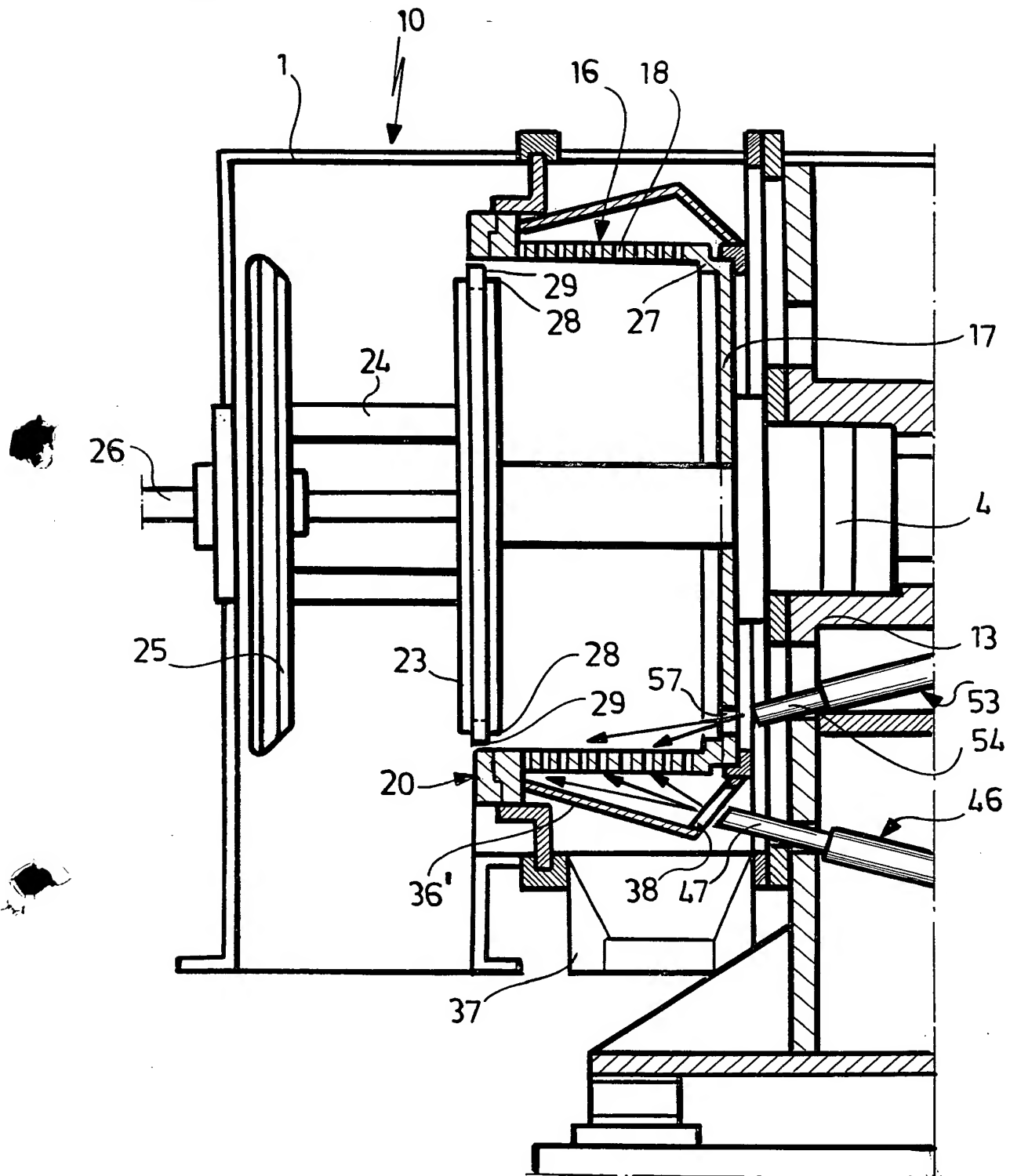


FIG. 1 E

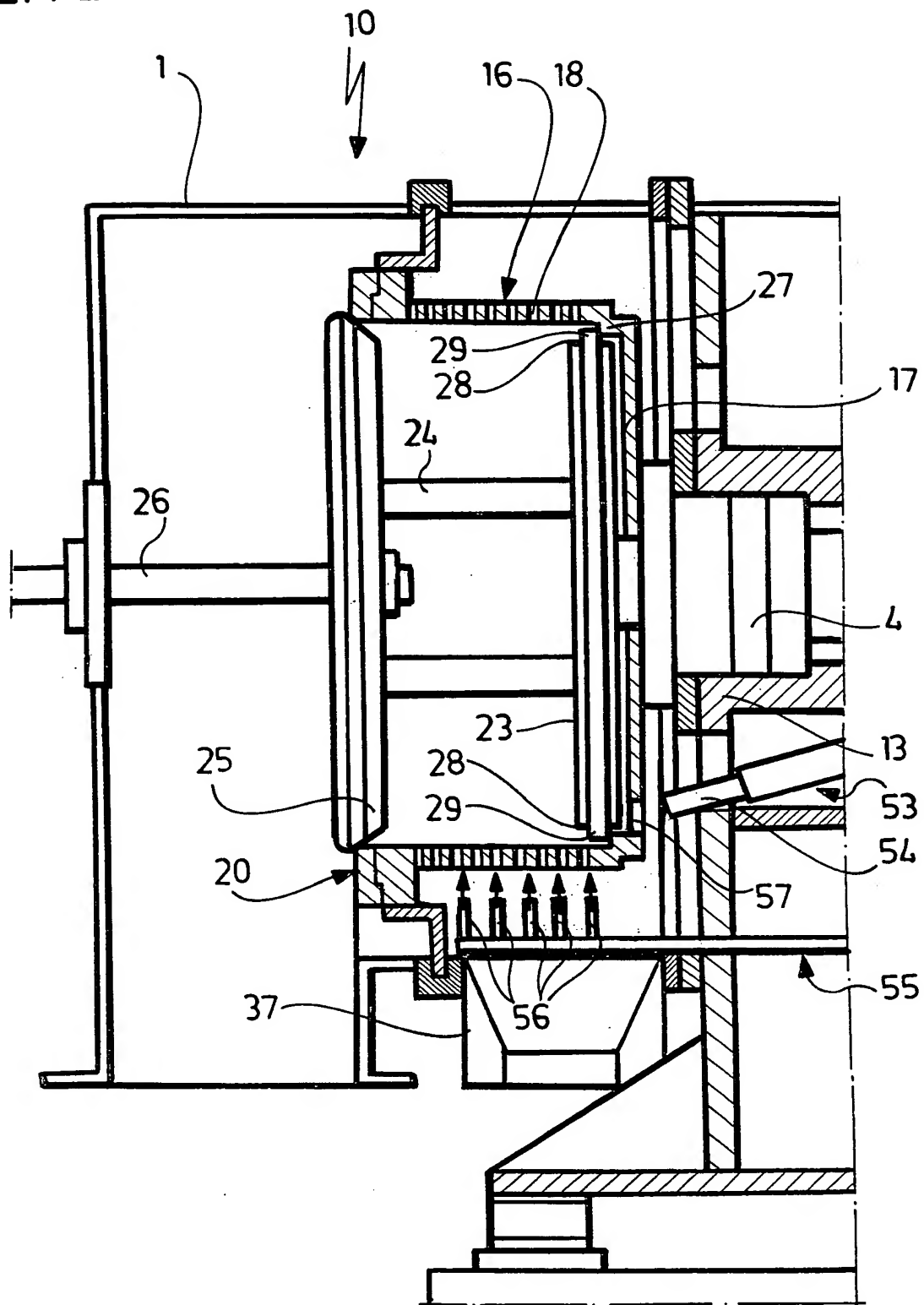


FIG. 2 E

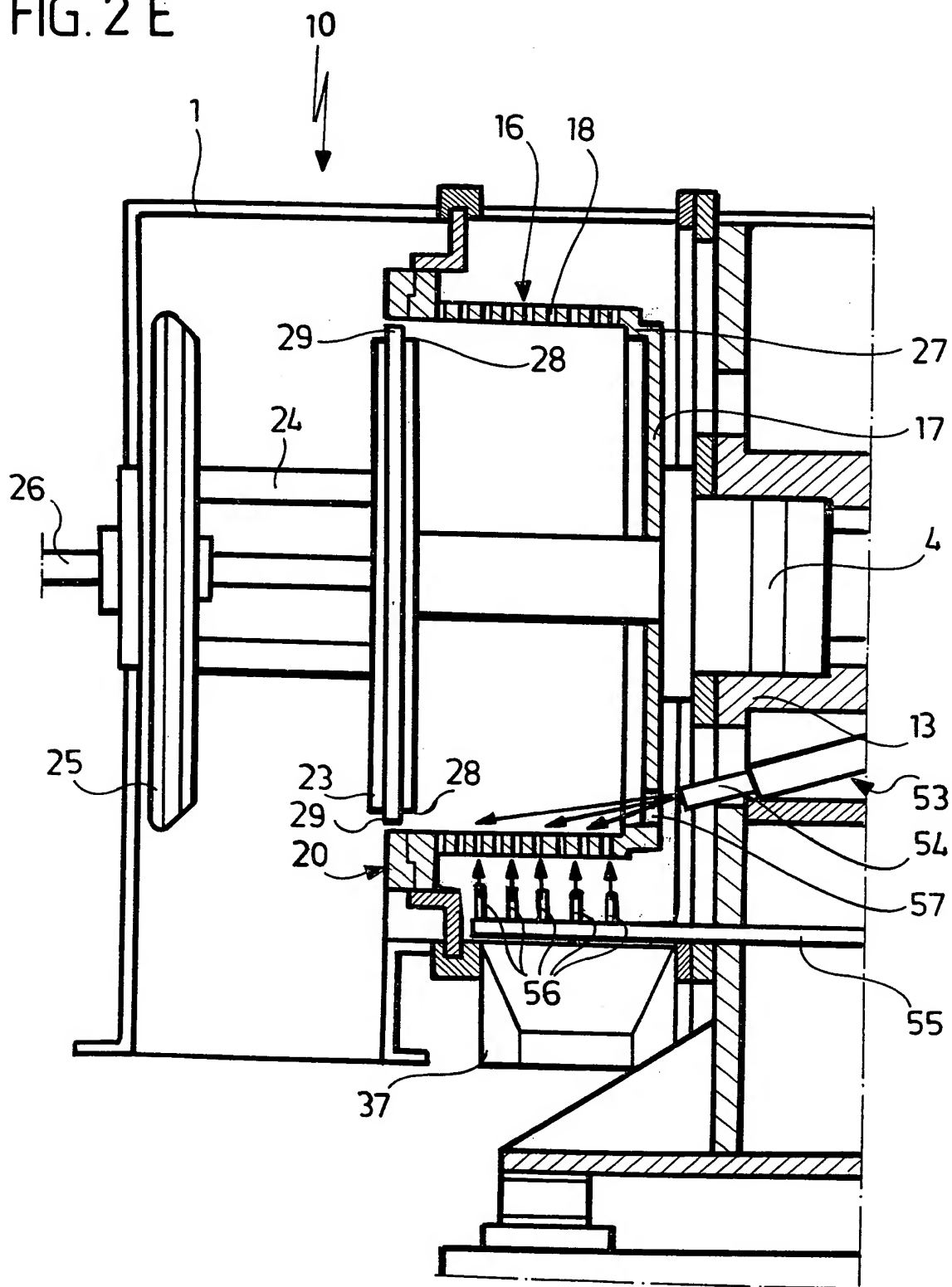


FIG. 1 F

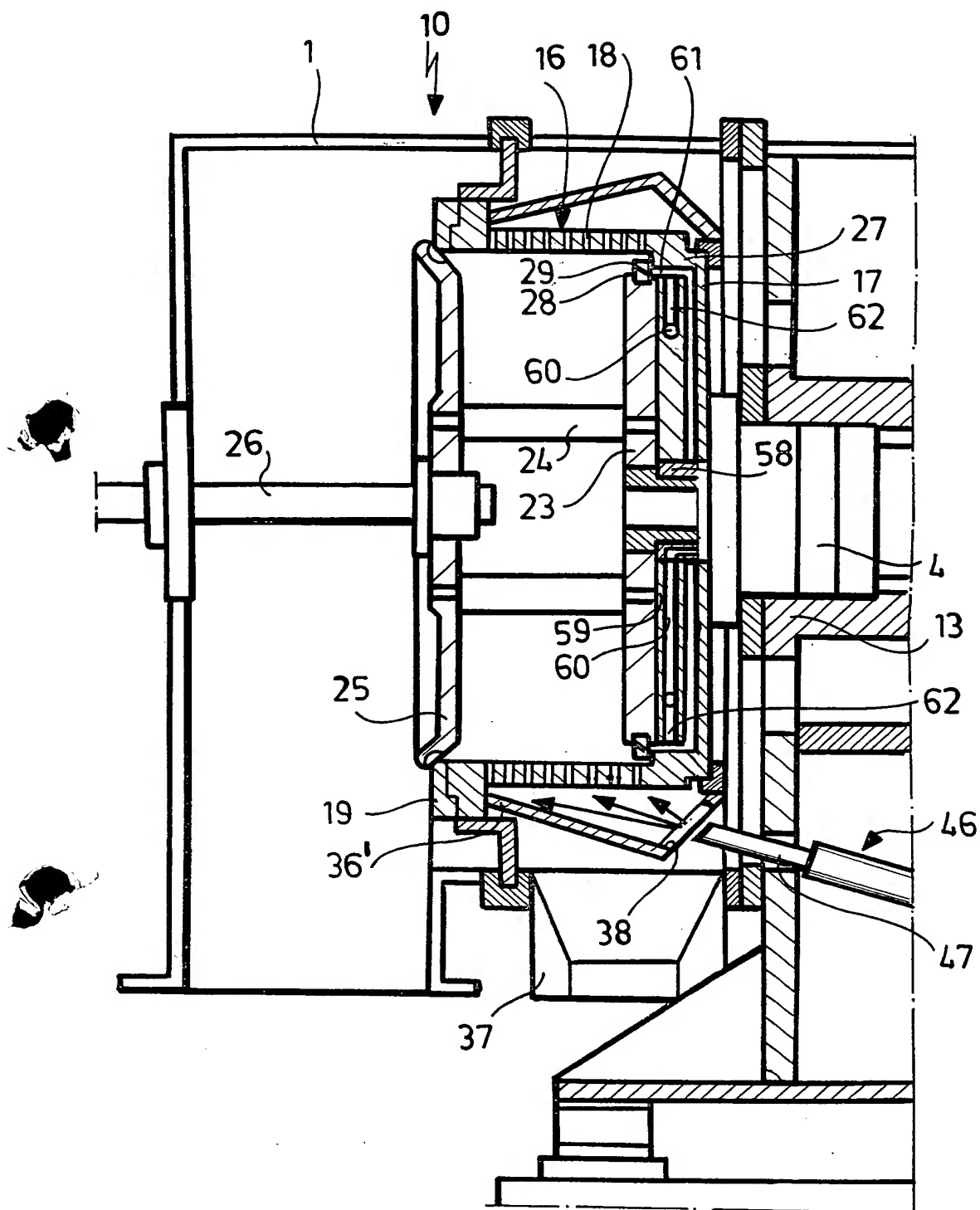


FIG. 2 F

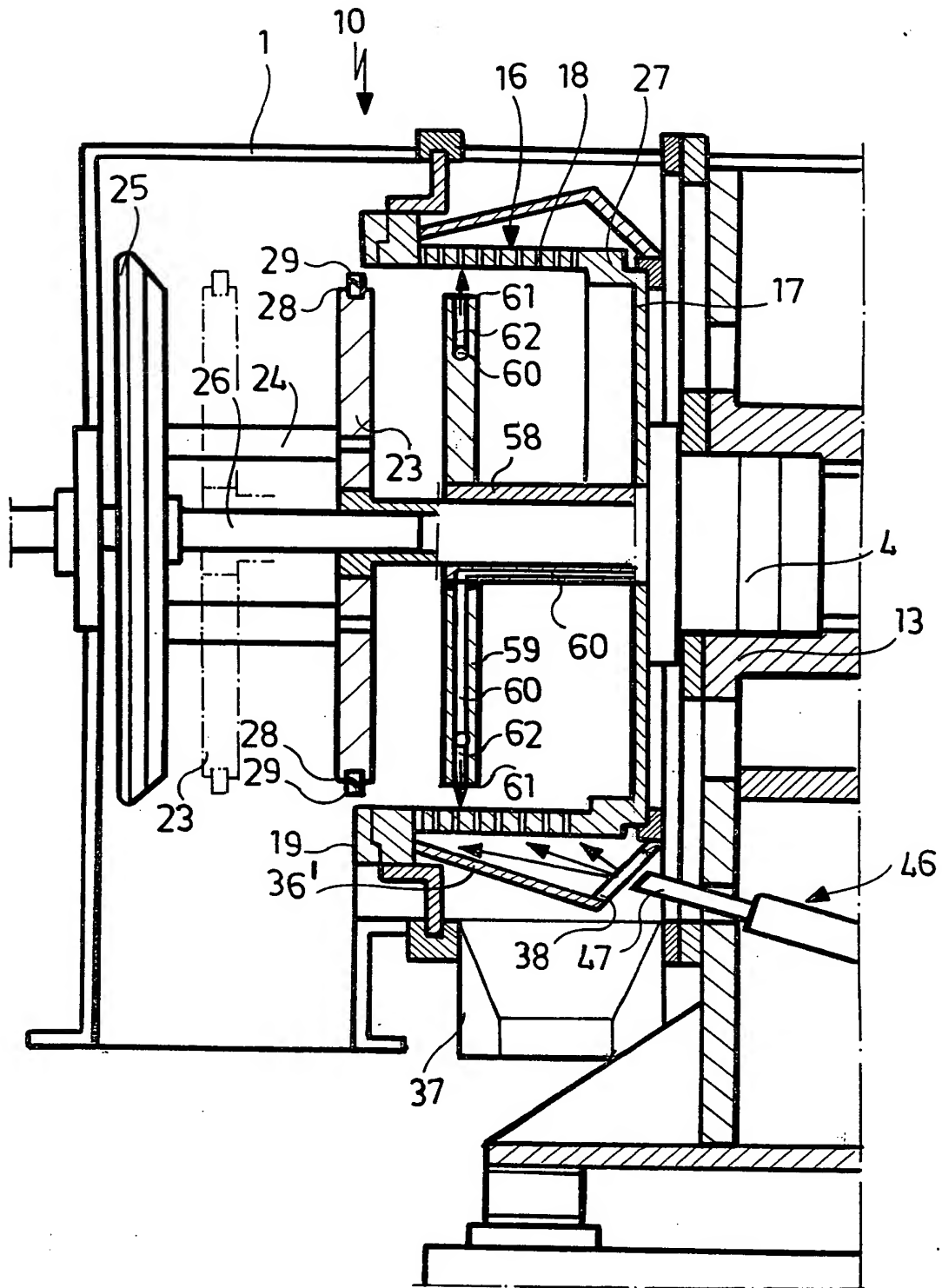


FIG. 3

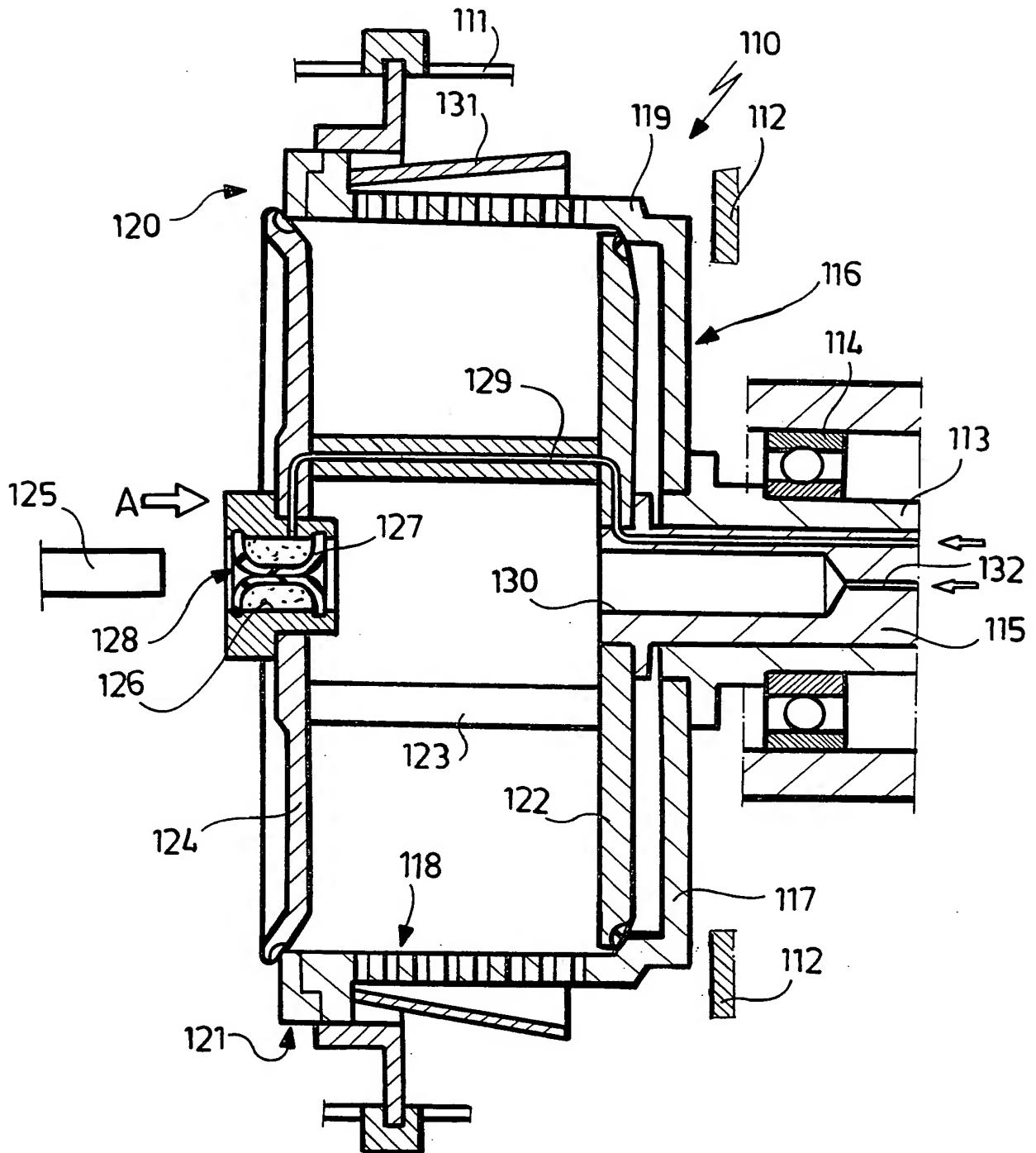


FIG. 4

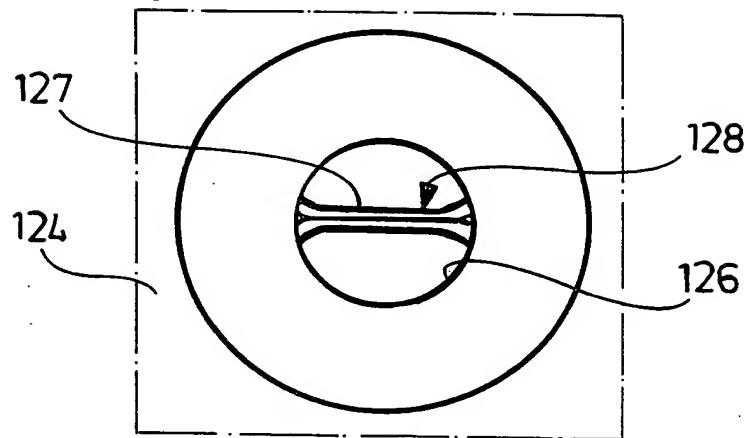


FIG. 5

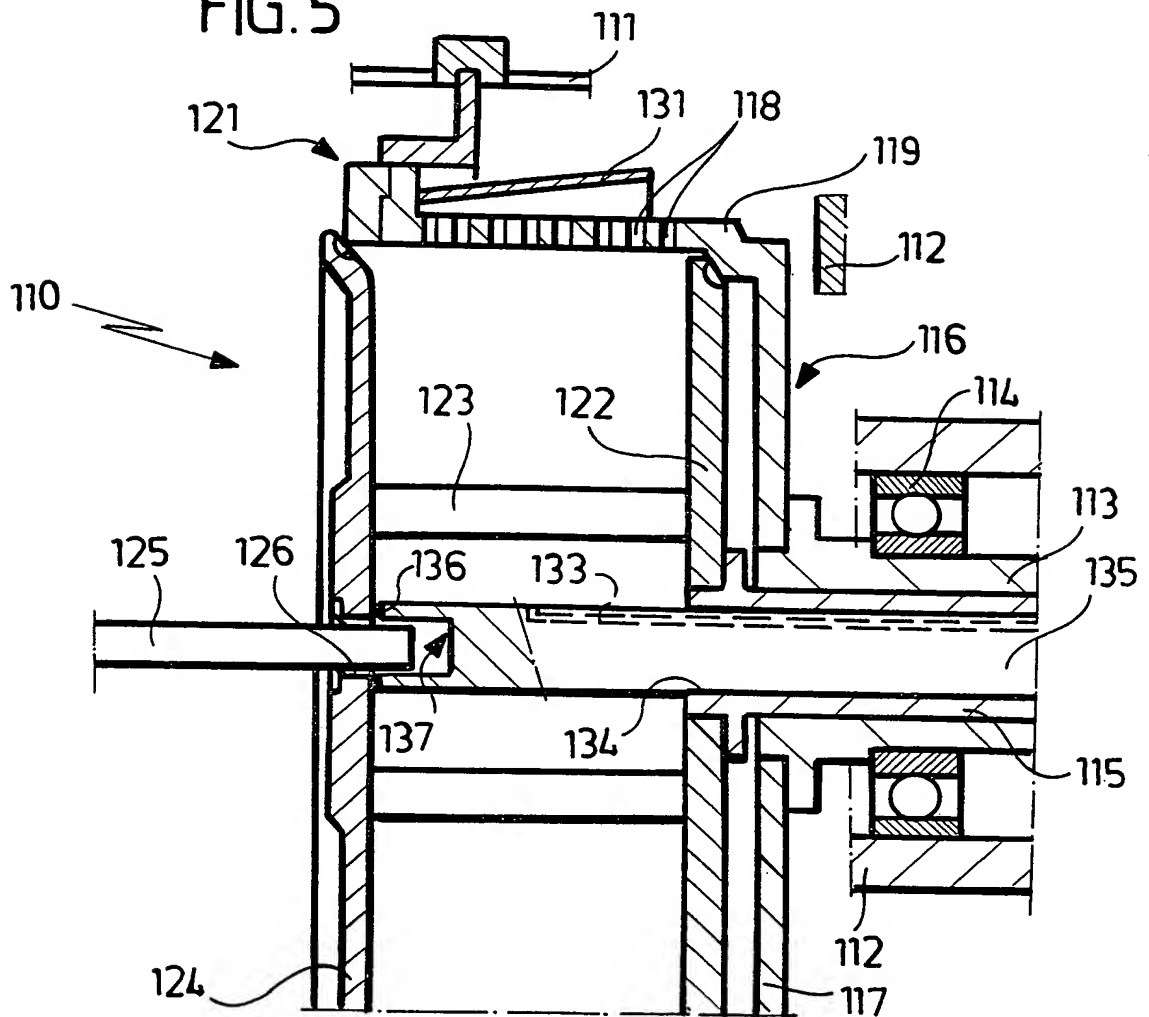


FIG.6

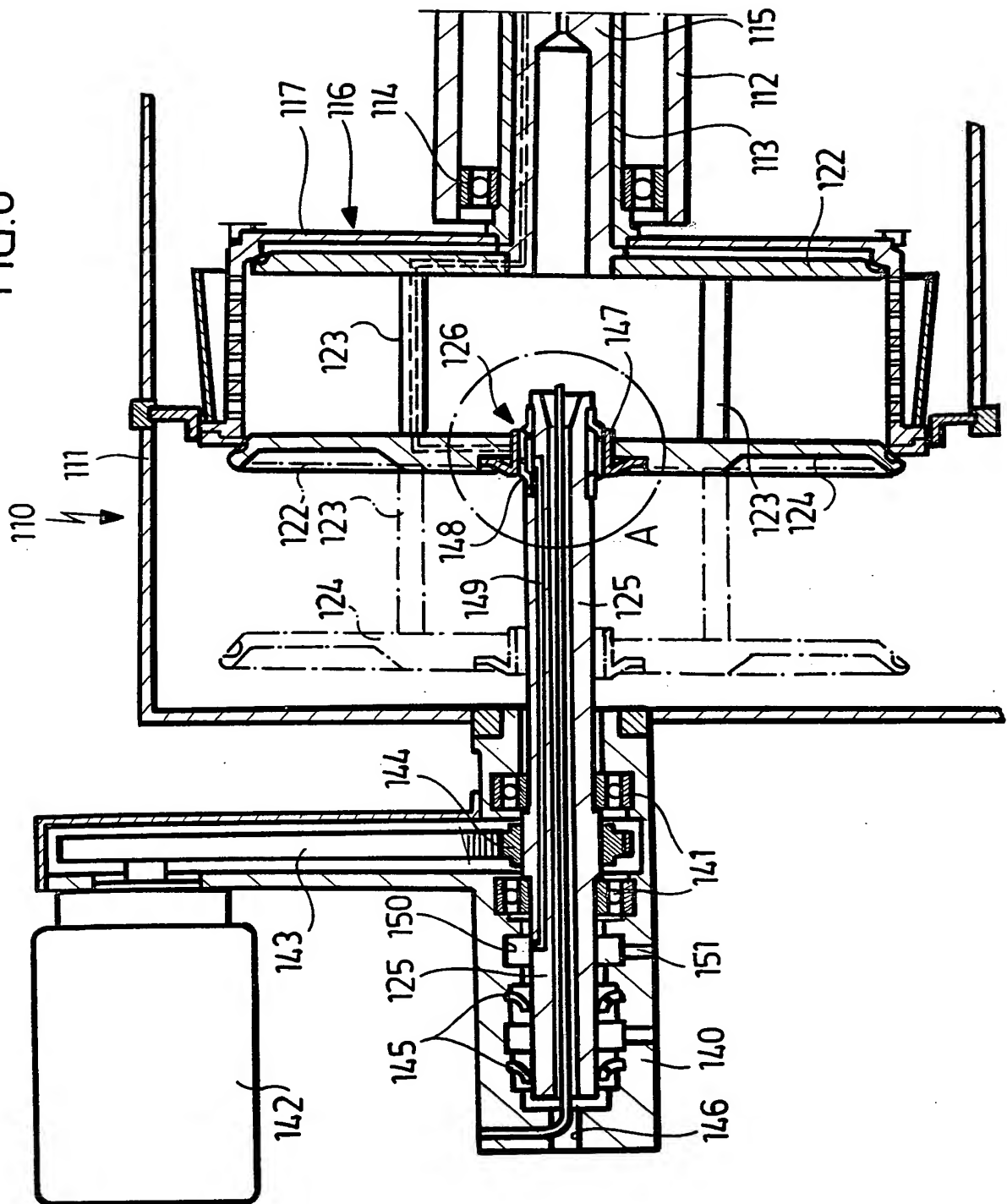


FIG.7

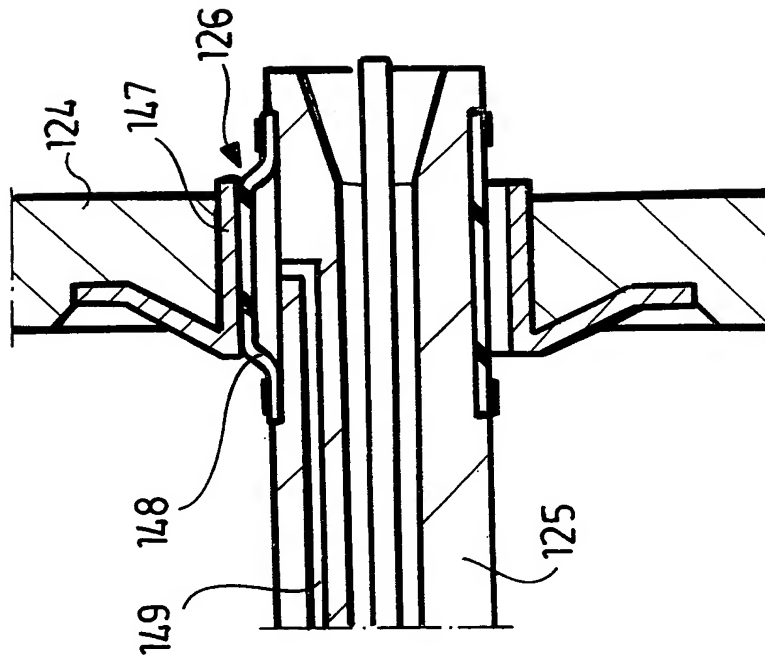


FIG.8

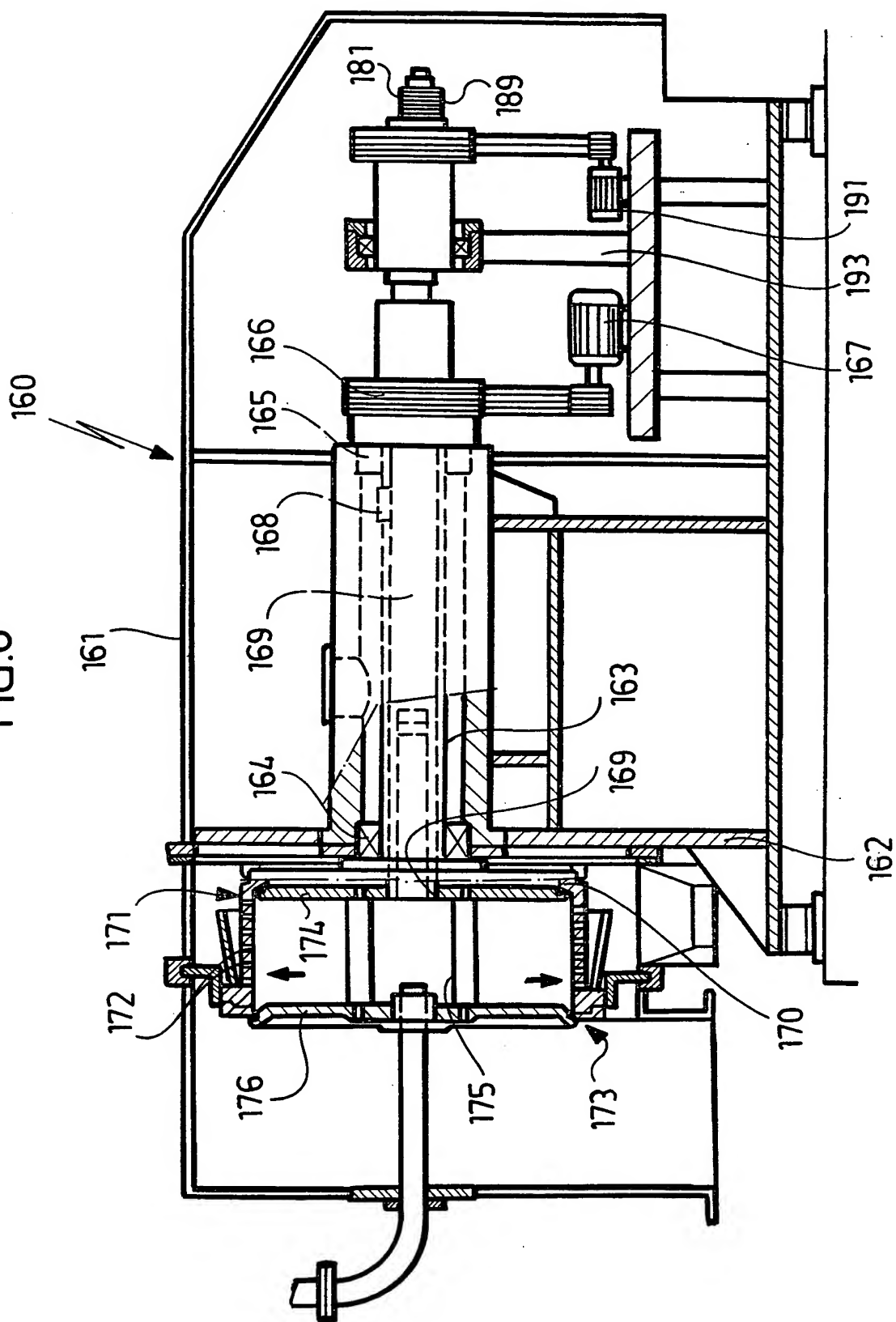


FIG. 9

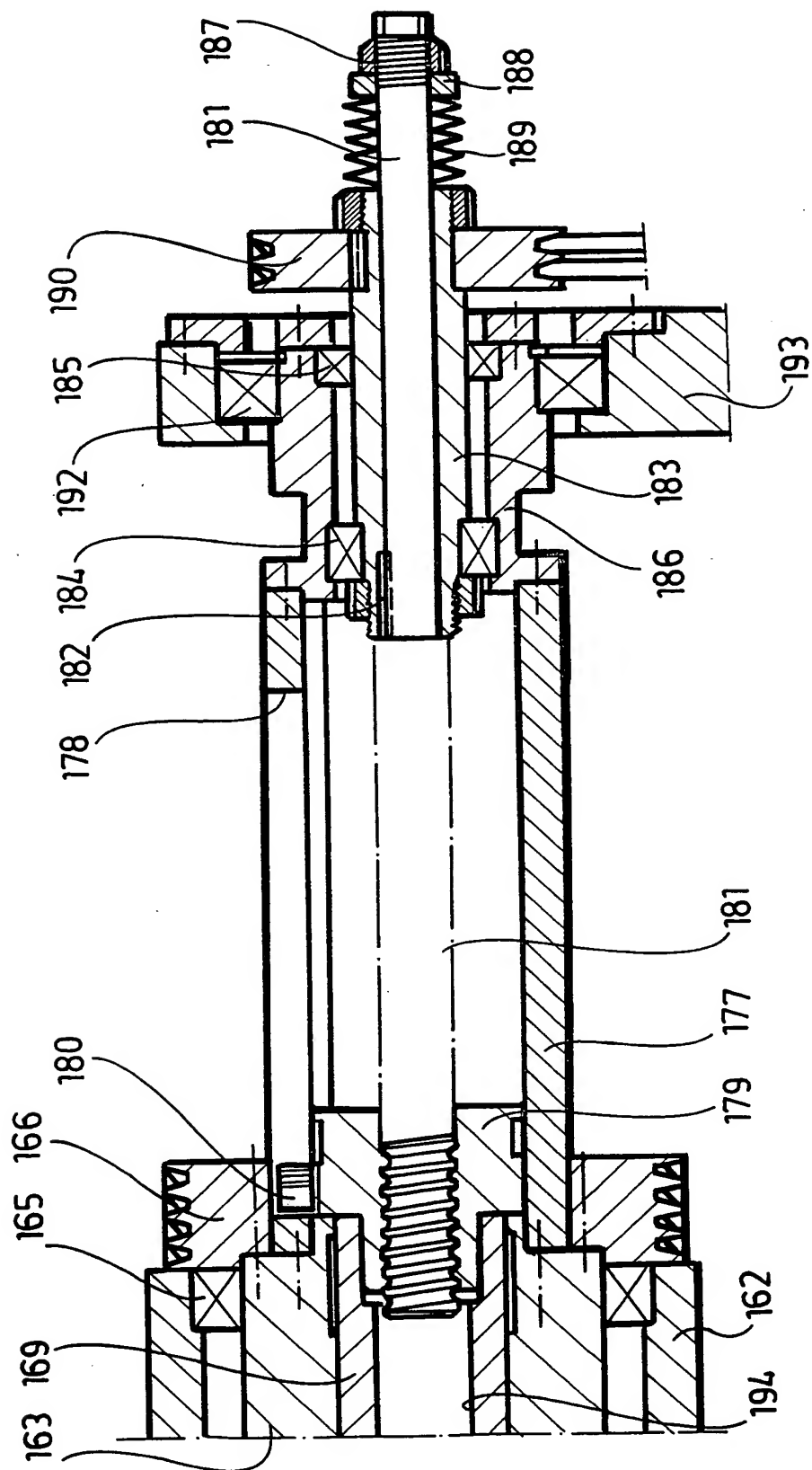


FIG.10

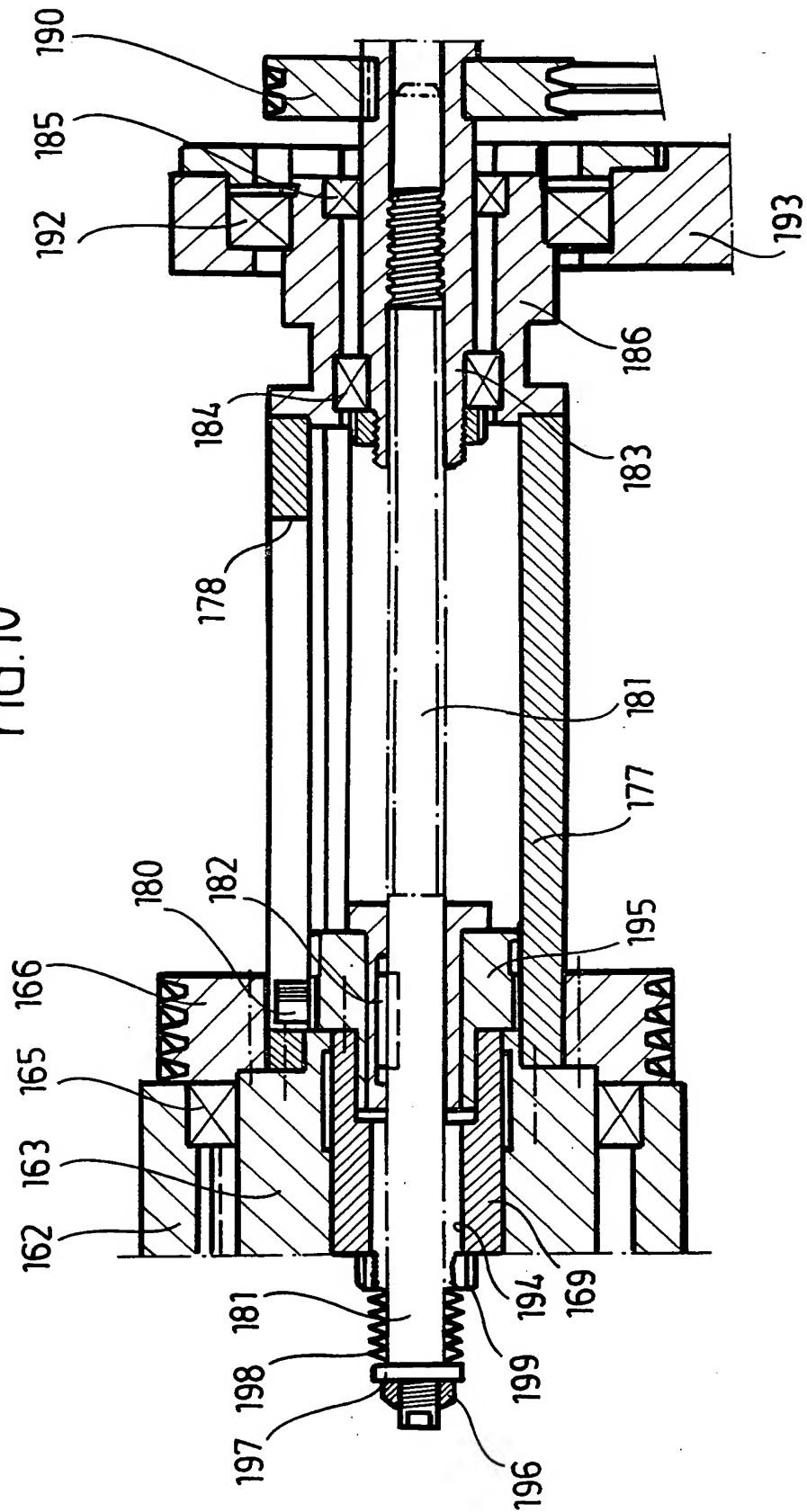


FIG.12

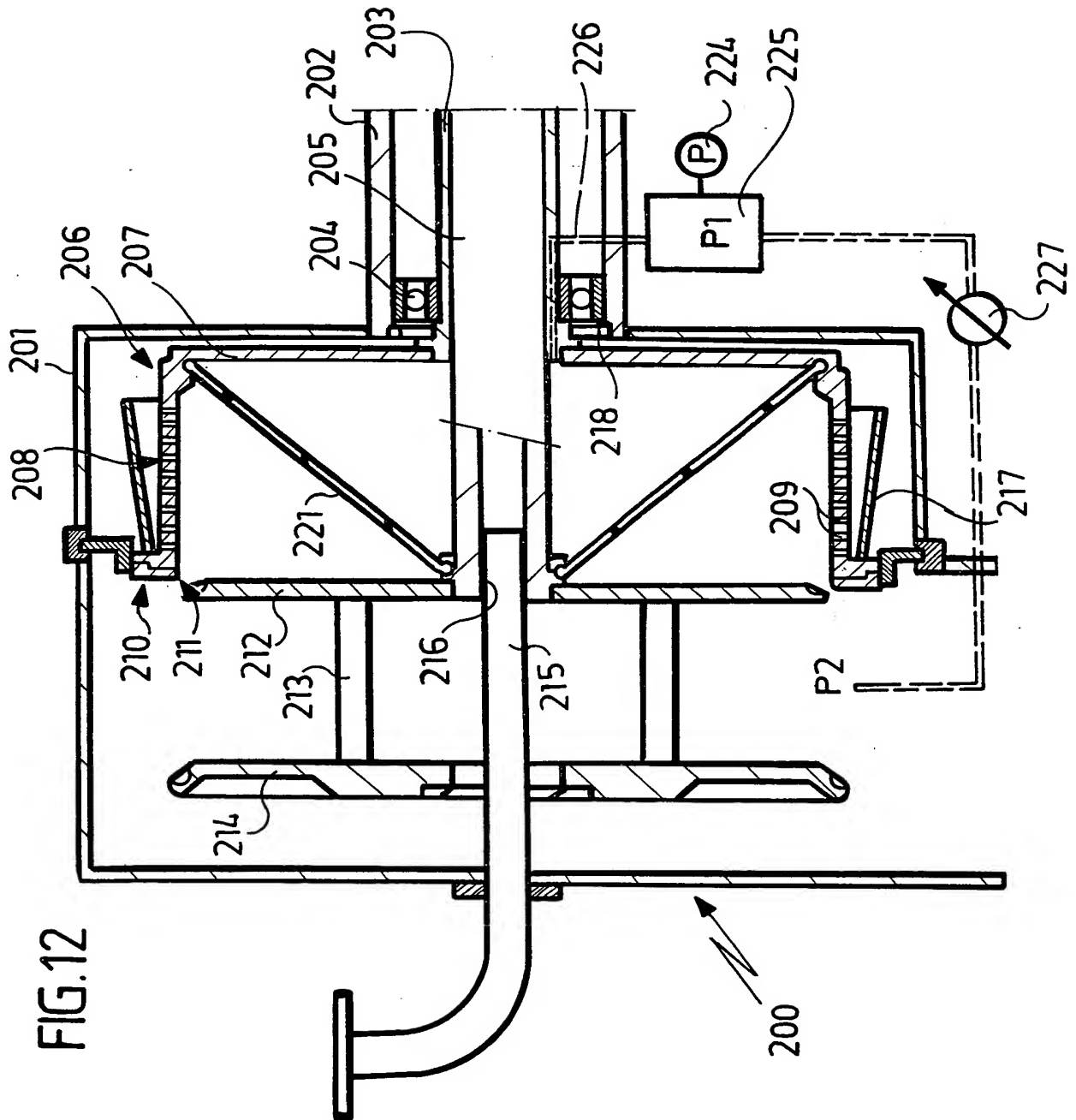
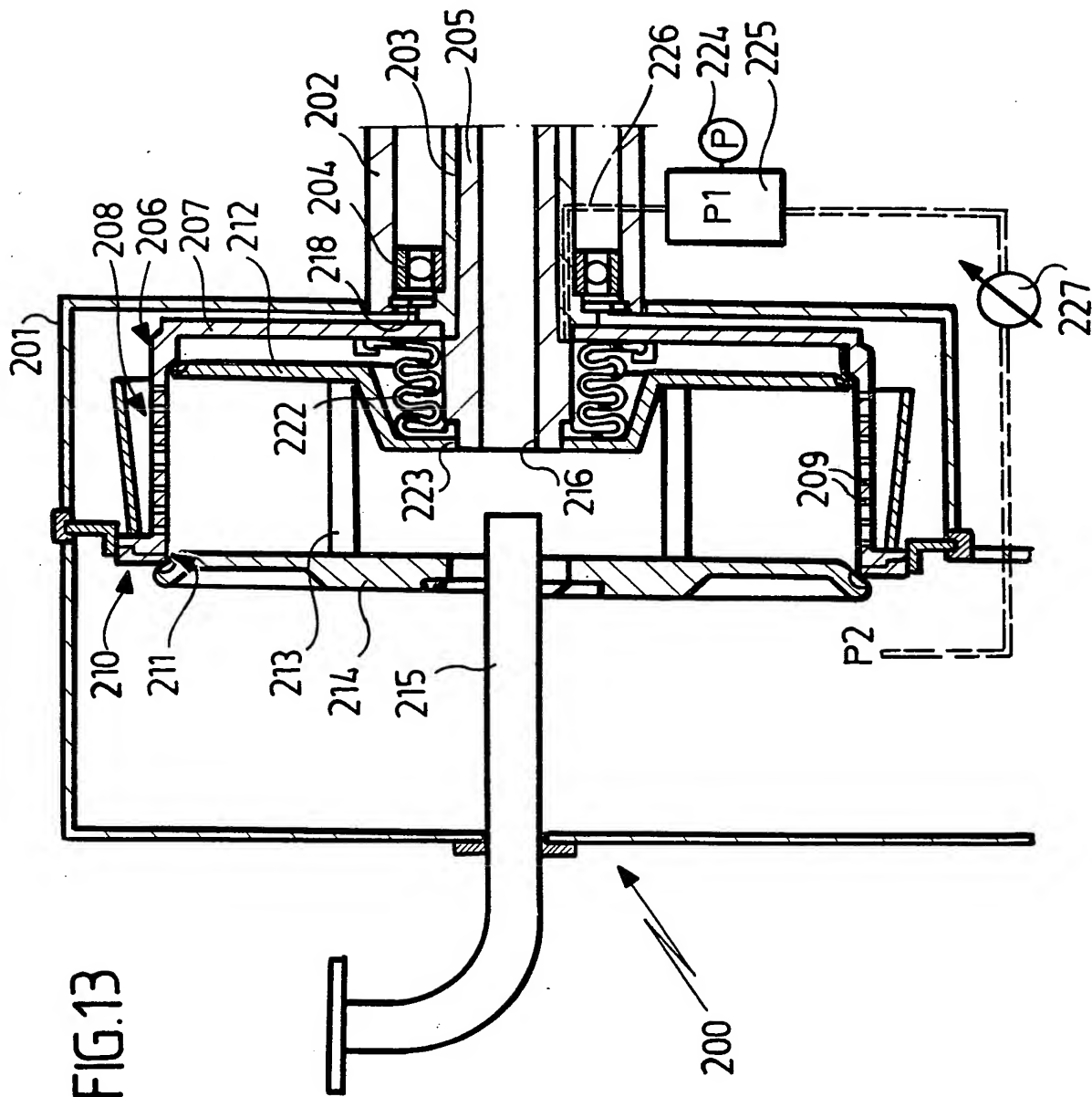


FIG.13



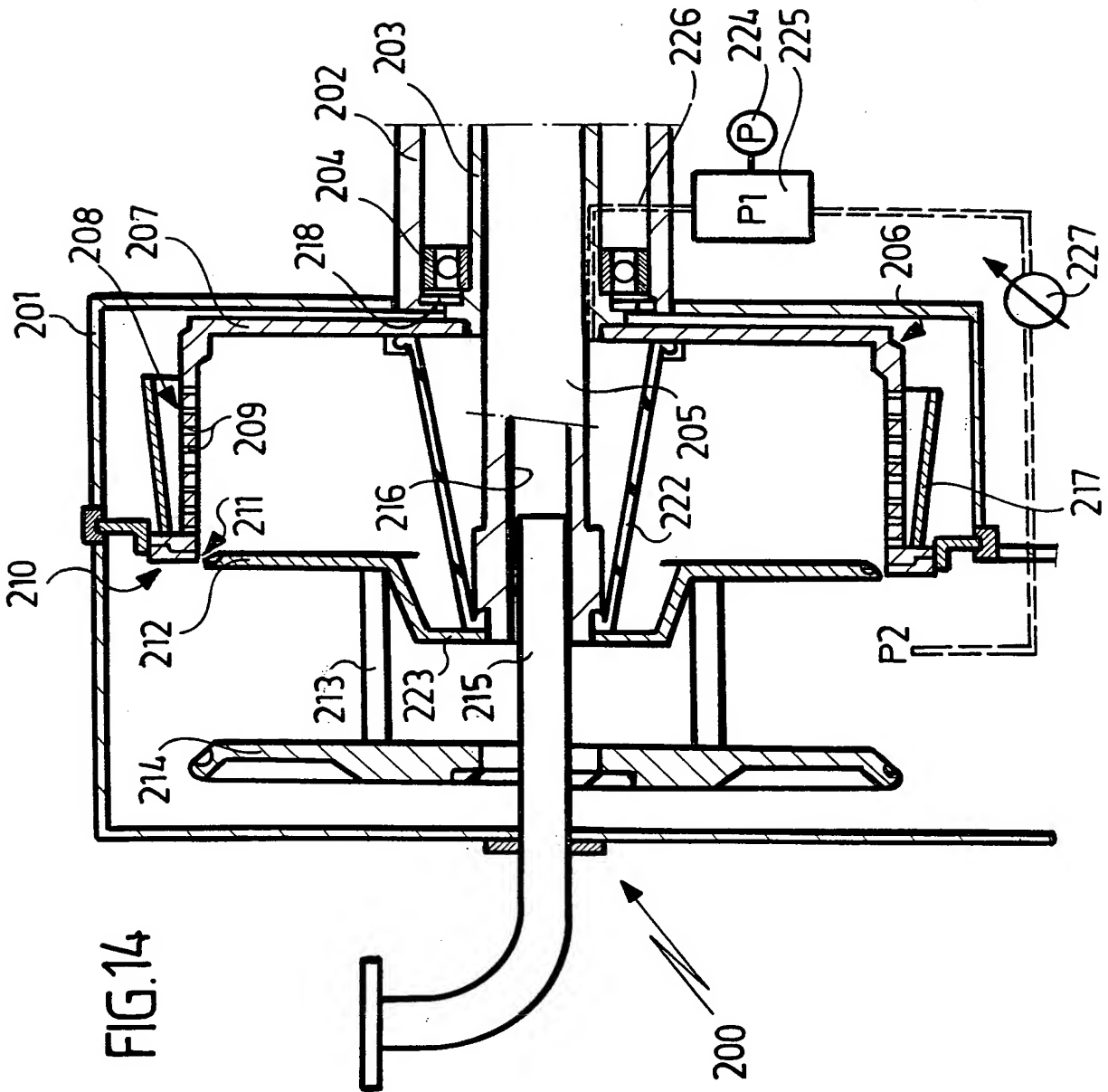


FIG.15

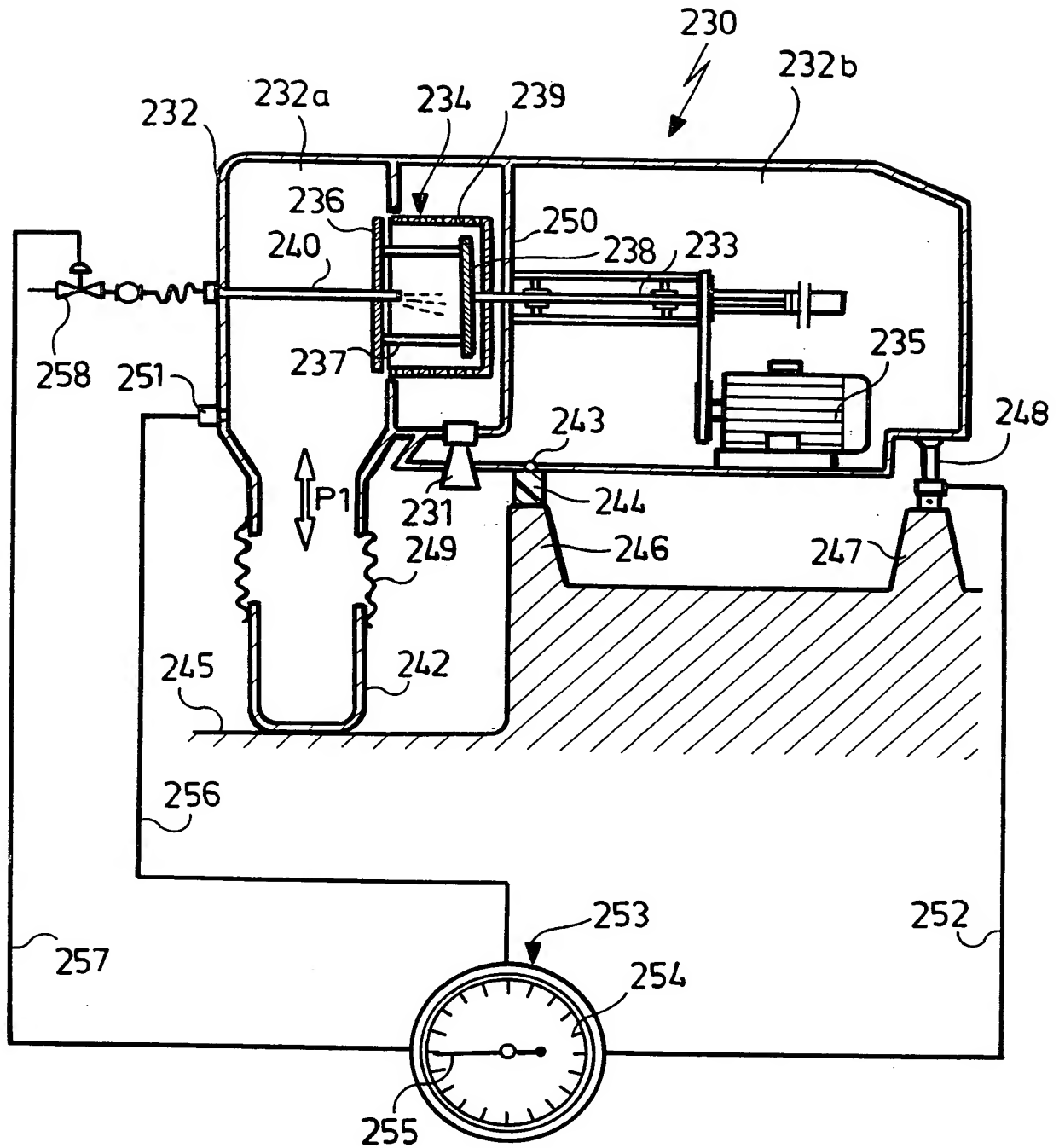


FIG. 16

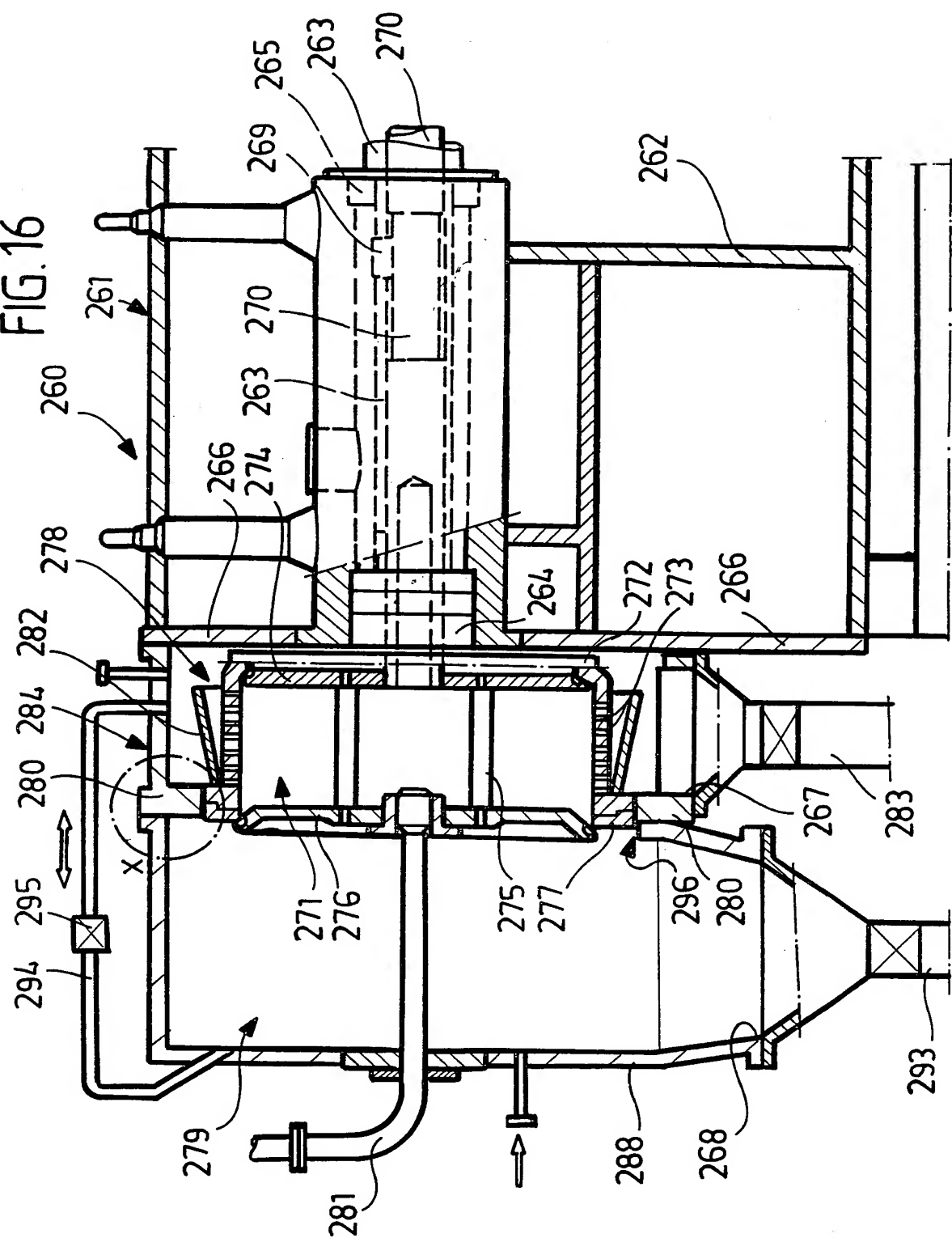


FIG.17

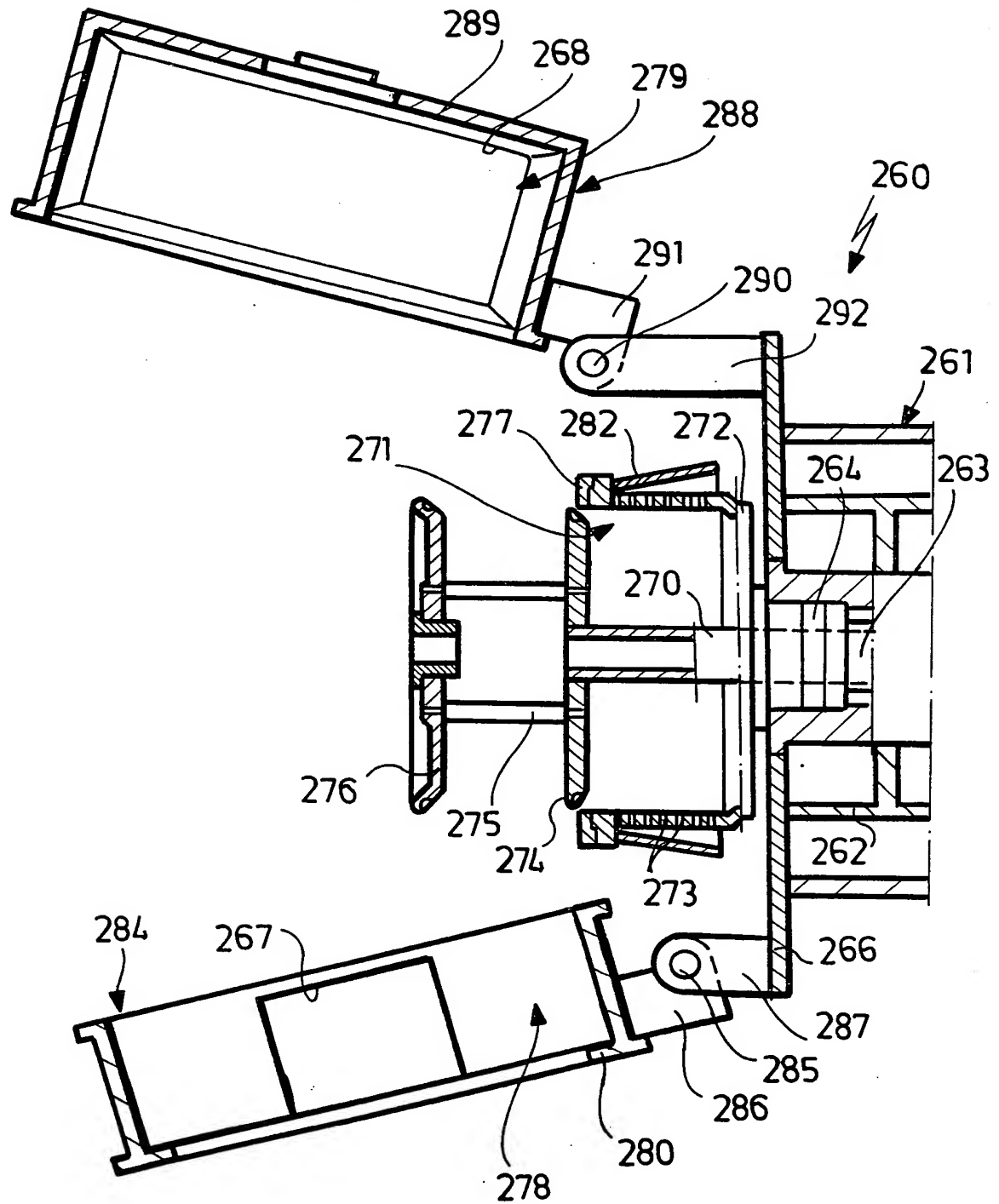


FIG.18

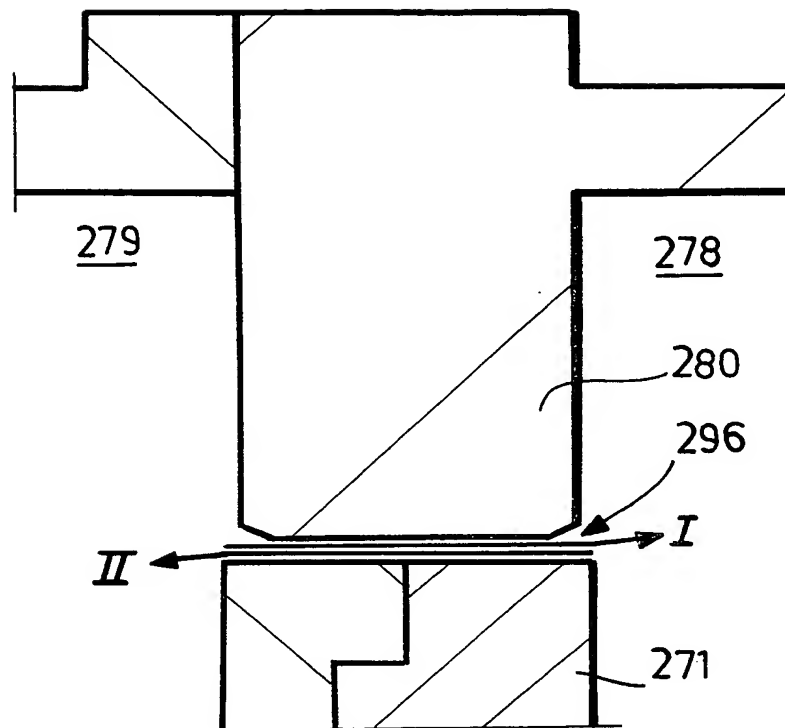


FIG.19

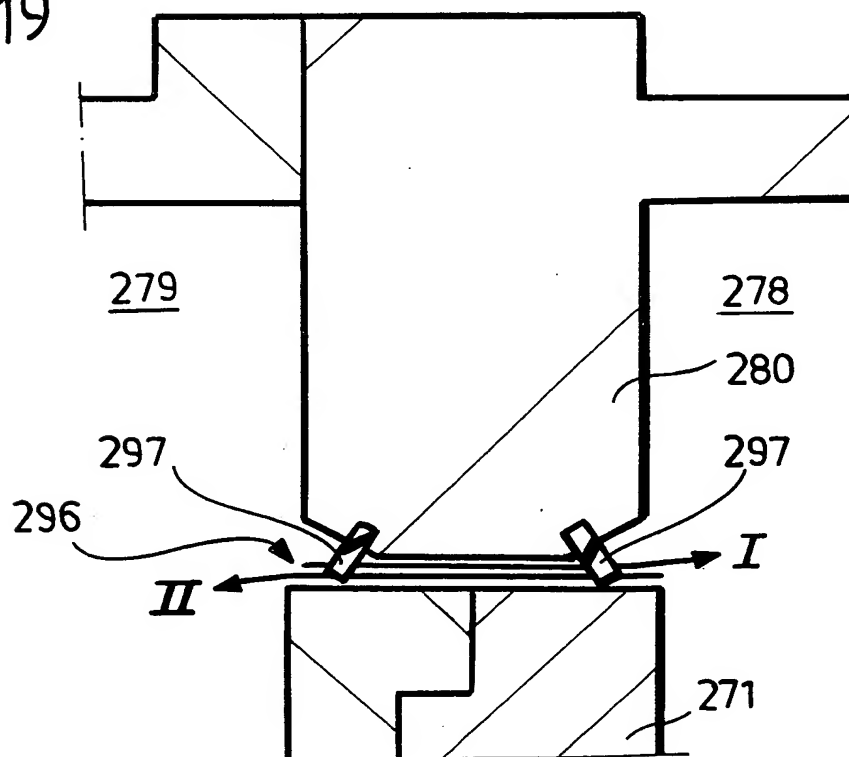


FIG.18 A

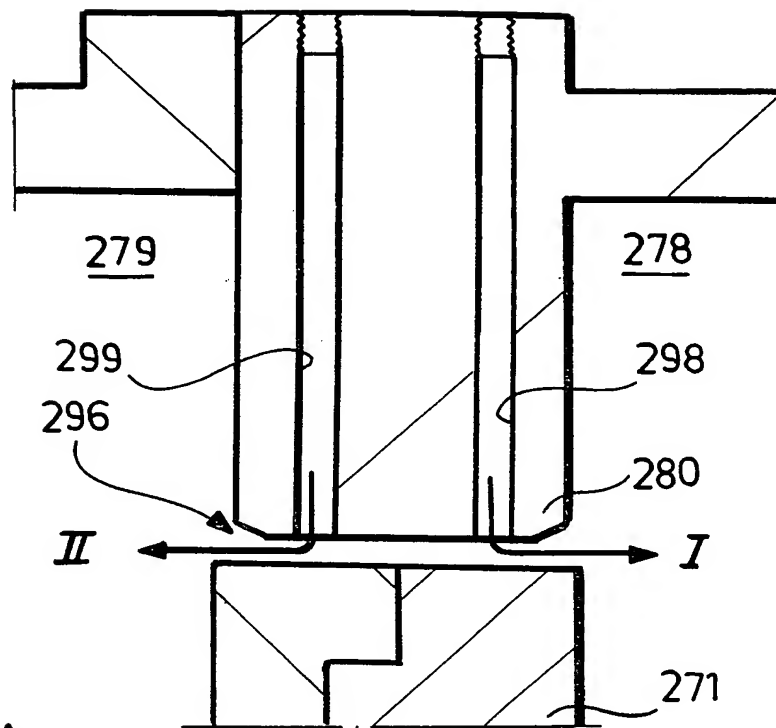


FIG.19 A

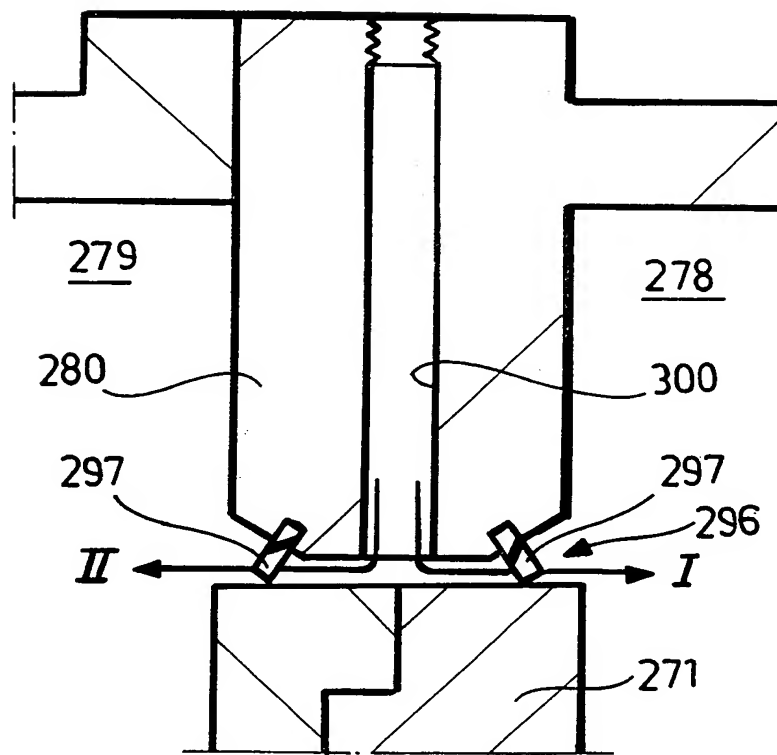


FIG. 21

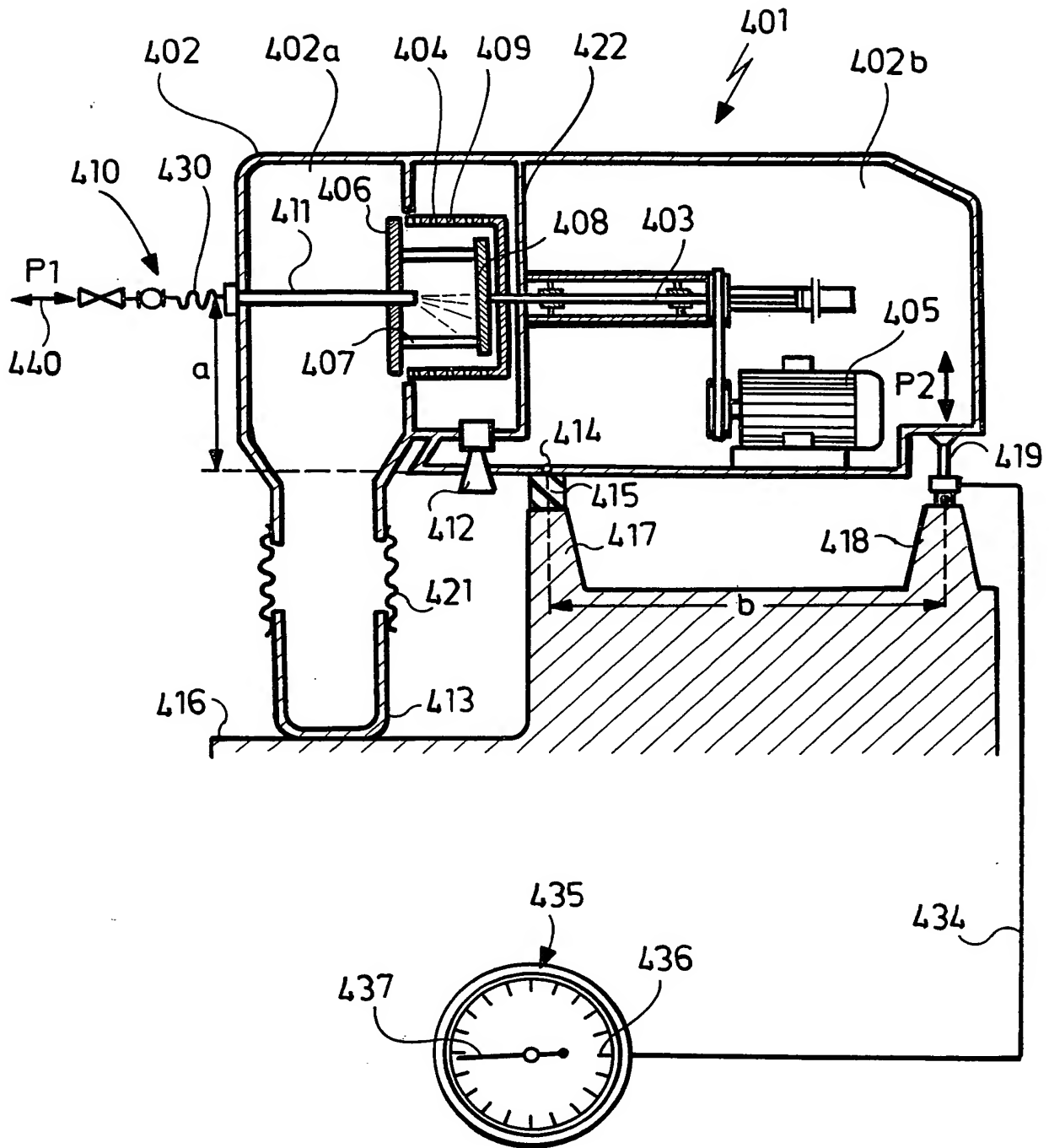


FIG. 22

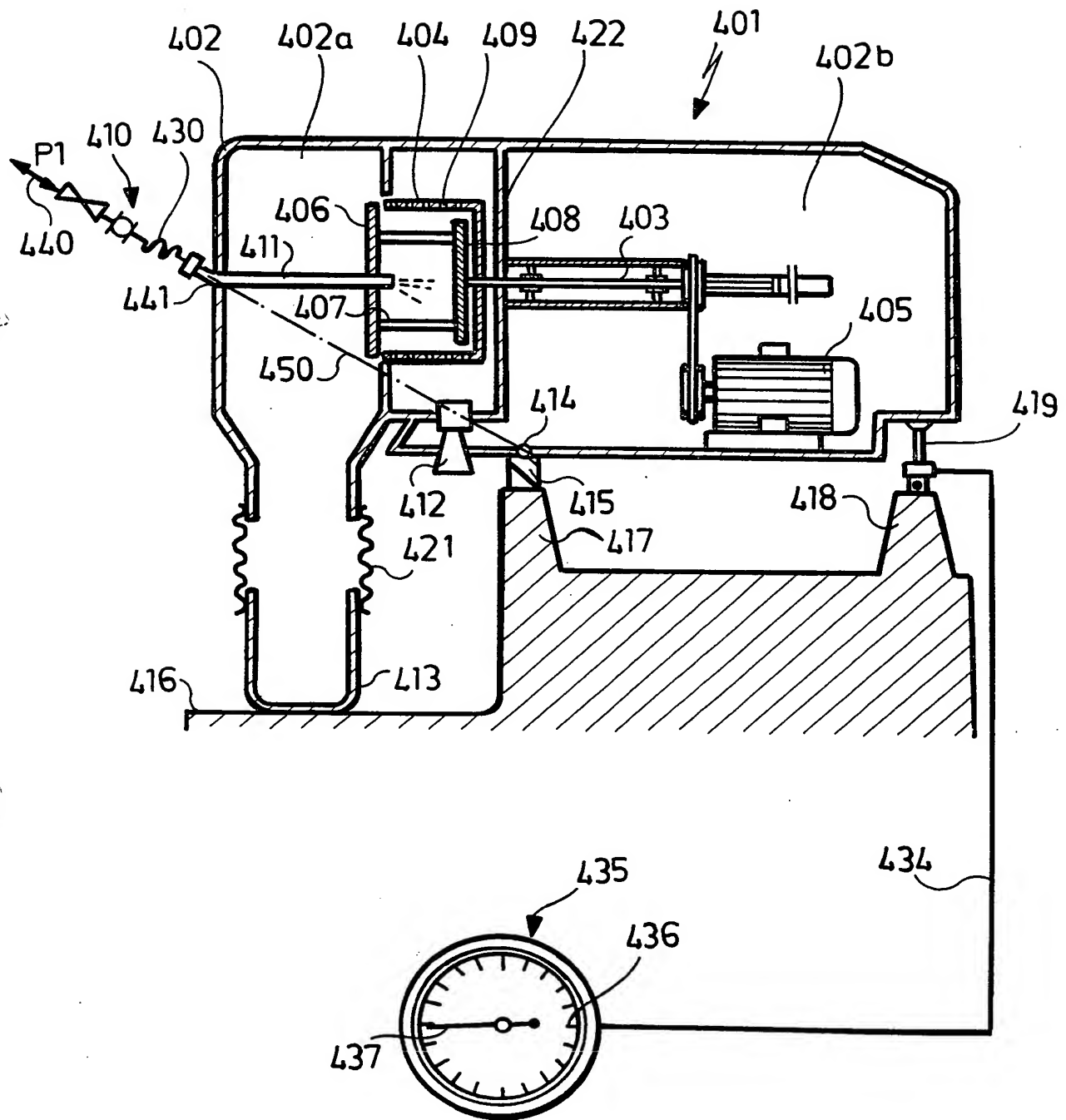


FIG. 23

